

3638. Verwendung einer Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 bis 22 und/oder eines Verfahrens gemäß den Ansprüchen 23 bis 35 zur Herstellung eines Rohres oder Stabs aus einem im wesentlichen amorphen Festkörper, ~~herstellbar in einer Vorrichtung~~

5 ~~gemäß den Ansprüchen 1 bis 24 und/oder nach einem Verfahren gemäß der Ansprüche 25 bis 37.~~

3739. Verwendung gemäß Anspruch 36Rohr oder Stab nach der Anspruch 38;

10 dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörper ein Glas umfasst.

3840. Verwendung nach Anspruch 36 oder 37Rohr oder Stab nach einem der Ansprüche 38 oder 39,

15 dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche (33) auf der Innenseite des Rohres (3) und/oder die Oberfläche (37) auf der Außenseite des Rohres (3) im wesentlichen glatt ist.

3941. Verwendung einer Vorrichtung gemäß den Ansprüchen

1 bis 22 und/oder eines Verfahrens gemäß den Ansprüchen

20 23 bis 35 zur Herstellung eines Glaskeramik-Stab- oder Glaskeramik-Rohrs, wobei die Glaskeramik insbesondere Zerodur umfaßt, ~~unter Verwendung hergestellt aus einem Stab oder Rohres~~ nach einem der Ansprüche 3638 bis 3840.

25 42. Linse, ~~hergestellt aus einem Stab nach einem der Ansprüche 38 bis 40.~~

4243. Faser, insbesondere optische Faser, hergestellt aus einem Stab und/oder einem Rohr, welches unter ~~Verwendung einer Vorrichtung und/oder eines Verfahrens~~ nach einem der Ansprüche 3638 bis 3840 gefertigt ist.

**Vorrichtung und Verfahren  
zum Herstellen von Rohren oder Stäben**

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Herstellen von Strängen im Allgemeinen und von Rohren oder Stäben im Speziellen durch Abziehen einer aushärtbaren Flüssigkeit, insbesondere einer Schmelze, aus einer Düse gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 25.

Stränge aus aushärtbaren Flüssigkeiten werden insbesondere zur Herstellung von Stäben oder Rohren gefertigt. Bei der Herstellung beispielsweise von Rohren aus aushärtbaren Flüssigkeiten, insbesondere bei der Herstellung von Glasrohren, kommt es je nach Anwendungsfall auf hohe Produktqualitäten an. Wichtige Qualitätsanforderungen betreffen die Einhaltung der Wanddicke sowie die Einhaltung des Außendurchmessers des Rohres. Ein weiterer wichtiger Qualitätsparameter ist darüber hinaus die Konstanz der Materialeigenschaften in axialer und radialer Richtung des Rohres. Darüber hinaus ist die Oberflächenqualität entscheidend. Gewünscht ist es, eine feuerpolierte Oberfläche ohne erkennbare Spuren zu erhalten.

Glas ist eine unterkühlte Flüssigkeit, die sich in einem amorphen, thermodynamisch metastabilen Zustand befindet.

Unter bestimmten Umständen wandelt sich nahezu jedes Glas in die entsprechende thermodynamisch stabile kristalline Form um. Die Umwandlung in die kristalline Form wird im Zusammenhang mit Glas auch als Entglasung bezeichnet.

5

Die Neigung eines Glases zur Kristallisation unterscheidet sich von Glas zu Glas jedoch stark und variiert mit dessen chemischer Zusammensetzung. Durch Variation der Zusammensetzung kann die Neigung zur Kristallisation beeinflußt werden. Gleichzeitig werden damit auch die übrigen Eigenschaften eines Glases beeinflußt, die oftmals vom Einsatzzweck des Glases bestimmt werden. Daher ist es oftmals nicht möglich, für ein Glas mit vorgegebenem physikalischen Eigenschaftsprofils eine höhere Stabilität gegen Kristallisation zu erreichen.

10

Die Entglasungsneigung kann mit unterschiedlichen Verfahren ermittelt werden. Üblicherweise werden Glasproben in Kontakt mit dem relevanten Formgebungsmaterial gebracht und bei verschiedenen Temperaturen unterschiedlich lange ausgelagert. Anschließend wird geprüft, bei welchen Zeit-Temperatur-Bedingungen Kristalle entstanden sowie deren Größe vermessen.

15

20

Üblicherweise wird im Hinblick auf die Kristallisation danach unterschieden, an welcher Stelle in der Probe sich die Kristalle bilden. Volumenkristallisation im Inneren der Glasprobe geschieht in der Regel deutlich verzögert gegenüber der Kristallisation an den Probenoberflächen. Die erste Kristallisation erfolgt in der Regel am Kontakt des Probenrandes mit dem Auflagematerial. Durch die gleichzeitige Anwesenheit der drei Phasen Glas, Auflage und Atmosphäre ist dort die Kristallisation begünstigt.

Oberhalb einer bestimmten Temperatur, die als obere Entglasungsgrenze (OEG) oder als Liquidustemperatur bezeichnet wird, entstehen auch bei längerer Auslagerung 5 keine Kristalle. Somit entspricht diese Temperatur derjenigen Temperatur, die bei der Glasverarbeitung relevant ist, um die Frage zu entscheiden, ob bei bestimmten Prozessen mit Kristallisation zu rechnen ist oder nicht.

10

Bei Gläsern aus mehreren Komponenten existieren je nach auftretender Kristallphase und Entstehungsort in der Probe oftmals unterschiedliche Entglasungsgrenzen. Zur Beurteilung ist dann die jeweils für den Prozess relevante 15 Entglasungsgrenze zu beachten. Dies ist bei Gläsern, die in Ziehverfahren hergestellt werden, in der Regel die Kristallisation an der Dreiphasengrenze.

Die für die Herstellung von Glasstäben bekannten Verfahren 20 kann man unterteilen in Gießverfahren, bei denen das flüssige Glas in geschlossene oder unten offen Gießformen gegossen wird, und in Ziehverfahren, bei denen das Glas bei der Formgebung ohne Kontakt zu einer festen Form abkühlt. Diese Verfahren können diskontinuierlich oder 25 kontinuierlich betrieben werden.

Den Gießverfahren ist gemeinsam, dass die Gläser bei hohen Temperaturen und niedrigen Viskositäten verarbeitet werden. Dadurch können auch Gläser geformt werden, die zur 30 Kristallisation neigen und somit bei der Formgebung keine längeren Aufenthaltszeiten bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen erlauben. Derartige Verfahren sind beispielsweise in DD 154 359 beschrieben.

Für kleine Produktionsmengen werden in der Regel diskontinuierliche Verfahren angewandt, bei denen geschlossene Formen mit Glas gefüllt werden. Die Formen 5 werden anschließend mitsamt dem Glas abgekühlt, bis das Glas erstarrt ist und aus der Form entnommen werden kann. Das Verfahren lässt sich auch kontinuierlich nutzen, indem die Form als unten offene, in der Regel gekühlte, Kokille ausgeführt wird. Das Glas wird flüssig in die Kokille 10 eingefüllt, erstarrt innerhalb der Kokille und wird unten als kontinuierlicher Strang abgezogen, der in Stäbe vereinzelt wird.

Vorteile dieser Verfahren ist, dass die Gläser bei sehr 15 niedriger Viskosität gegossen werden können, da die Form der Glasstäbe während der Erstarrung von der Gießform gebildet wird. Eine Eigenstabilität des Glases während der Formgebung ist somit nicht notwendig. Diese niedrige Formgebungsviskosität ermöglicht die Verarbeitung auch von 20 Gläsern die bei langsamer Abkühlung bei höheren Viskositäten zur Kristallisation neigen.

Ein Nachteil dieser Verfahren ist der in der Regel sehr 25 begrenzte Produktionsdurchsatz. Da das Glas bei relativ hoher Temperatur in die Form eingegeben wird und erst nach der Erstarrung bei niedriger Temperatur entnommen werden kann, müssen dem Glas große Wärmemengen entzogen werden, was selbst bei intensiver Kühlung der Form nur bei relativ 30 langsamen Prozessen möglich ist. Zudem darf die Abkühlung nicht zu schnell erfolgen, da sonst der Stab entweder bereits innerhalb der Form oder aufgrund der hohen thermischen Spannungen nach dem Verlassen der Form zerbricht.

Ein weiterer Nachteil entsteht durch den direkten Kontakt des Glases mit der Form während der Abkühlung. Aufgrund der niedrigen Formgebungsviskosität werden selbst kleinste Strukturen innerhalb der Form auf der Staboberfläche abgebildet, sodass sich die Oberflächenstruktur der Form auf den Stab überträgt. Zusätzlich bildet sich auf der Oberfläche durch die starke Abkühlung eine charakteristische Wellenstruktur.

10

Die Erlangung einer feuerblanken Oberfläche ist auf diese Weise nicht möglich. Somit ist ein direkter Einsatz des Stabes im Herstellungszustand beispielsweise als Halbzeug für optische Komponenten nicht möglich. Für die Nachbearbeitung der Stäbe durch Schleifen und Polieren entsteht ein hoher Aufwand sowie hohe Kosten für die Nachbearbeitung und Materialabfall.

Neben den formgebundenen Verfahren existieren weitere Verfahren, bei denen Stäbe ohne Form frei, also ohne Kontakt zu einer Form, in Gestalt eines Stranges aus einer Düse gezogen werden.

Diese Verfahren setzen voraus, dass sich das Glas ohne zu kristallisieren auf eine Temperatur abkühlen lässt, die etwa einer Viskosität von  $10^6$  dPa s entspricht. Auch bei längerer Produktionsdauer darf das Glas nicht zur Kristallbildung in diesem Temperaturbereich neigen.

Ein besonders kritischer Bereich für die Kristallisation ist die Dreiphasengrenze an der Unterseite der Düse, an der das flüssige Glas, das Düsenmaterial und die umgebende Atmosphäre aneinander grenzen. In diesem Bereich kommt es

bevorzugt zur Kristallbildung, da dort die Kristallbildungsenthalpie verringert ist.

Die beim Ziehen im Vergleich zur Viskosität beim Guß hohe Glasviskosität ist notwendig, damit der hohe Widerstand gegen die Dehnströmung in der "Ziehzwiebel" ein zu schnelles Abfließen des Glases unter seinem Eigengewicht verhindert. Die Ziehzwiebel ist der Bereich des Stranges unmittelbar im Anschluß an den in Fließrichtung letzten Kontakt zum festen Material, also insbesondere der Düse oder dem Verdrängungskörper, in dem sich eine Verjüngung des Strangquerschnitts in Ziehrichtung ausbilden kann.

Wenn das Glas unter seinem Eigengewicht dazu tendiert, schneller als die Abzugsgeschwindigkeit abzufließen, ist der Ziehprozess instabil. Dann können keine ausreichend geraden Stäbe gezogen werden, oder kann es sogar zu einem Abreißen der Ziehzwiebel kommen.

Vorteile dieser freien Ziehverfahren sind, dass damit Stäbe mit feuerblanken Oberflächen hergestellt werden können, welche ohne Nachbearbeitung als Halbzeuge beispielsweise für optische Bauteile oder Lichtleitfasern eingesetzt werden können.

Darüber hinaus ermöglichen diese Verfahren einen Produktionsdurchsatz, der oftmals über dem Doppelten der formgebundenen Verfahren liegt und somit die Herstellkosten deutlich vergünstigt. Derartige Düsenziehverfahren sind seit langem bekannt, und beispielsweise beschrieben in der Publikation von Günther Nölle "Technik der Glasherstellung", ISBN 3-342-00539-4, Seite 135 ff.

Neben den Verfahren mit einfachen Auslaufdüsen existieren Verfahren, bei denen innerhalb, der Auslaufdüse ein Verdrängungskörper angeordnet ist. Dies entspricht dem 5 Vello-Verfahren, das zur Rohrherstellung und zur Stabherstellung genutzt werden kann.

Der zentrale Verdrängungskörper, der üblicherweise bündig mit der Unterkante der Düse eingesetzt wird, erhöht den 10 Strömungswiderstand in der Düse und ermöglicht so größere Ziehverhältnisse, was sich positiv auf die Stabilität des Ziehprozesses auswirkt. Dadurch werden geringfügig höhere Temperaturen an der Unterkante von Düse und Verdrängungskörper möglich.

15 Die Anwendbarkeit der freien Ziehverfahren ist dennoch auf Gläser beschränkt, die im benötigten Temperatur-Viskositätsbereich auch über längere Zeit nicht zur Entglasung und Kristallbildung neigen. Damit ist die 20 Auswahl der für diese Formgebungsverfahren in Frage kommenden Gläser sehr begrenzt. Bei einer Reihe von Gläsern, die gerade noch mit diesen Verfahren herstellbar sind, treten nach einiger Zeit Kristalle auf, so dass die Produktion unterbrochen werden muss, um das 25 Formgebungssystem bei höherer Temperatur wieder kristallfrei zu bekommen. Diese führt zu regelmäßig auftretenden Produktionsstillstandszeiten und -ausfällen.

30 Für andere Bereiche der Glasformgebung werden Verfahren zur Herstellung von Flachglas mit hohen Oberflächenqualitäten beschrieben, so zum Beispiel in DE 100 64 977. Ziel des in DE 100-64 977 beschriebenen Verfahrens ist es, ein Ausheilen von Abweichungen von der idealen

Oberflächenkontur zu ermöglichen.

Um hohe Ebenheiten des Flachglases zu erreichen, wird das Glas während der Herstellung möglichst lange bei einer geringen Viskosität gehalten, damit Abweichungen von den 5 idealen Oberflächenkontur aufgrund der Oberflächenspannungen ausheilen können. Dies geschieht beim Herabfließen auf der Oberfläche des dort eingesetzten Verdrängungskörpers. Entsprechend soll das Glas auf dem 10 Verdrängungskörper möglichst nicht abkühlen, um die geringe Viskosität beizubehalten.

Unterhalb des Endes des Verdrängungskörpers findet eine 15 extrem rasche Abkühlung statt, wodurch das Glasband stabil abgezogen werden kann. Diese rasche Abkühlung ist jedoch nur bei den in DE 100 64 977 beschriebenen dünnen Glasbandstärken unter 3 mm möglich, bei denen sich nur eine sehr geringe Glasmasse im Bereich der Ziehzwiebel befindet.

20 Im Falle von Glasstäben oder -rohren, deren Durchmesser bei Stäben über 15 mm, üblicherweise sogar über 25 mm, bzw. bei Rohren, deren Wandstärke über 5mm liegt, ist diese rasche Auskühlung des Glases unmittelbar unterhalb der Ziehzwiebel nicht möglich.

25 Bei in letzter Zeit neu entwickelten Gläsern mit zunehmenden Anforderungen steigt die Kristallisationsanfälligkeit. Gleichzeitig besteht der Wunsch, auch derartige Gläser "frei" ziehen zu können, um 30 den hohen Produktionsdurchsatz und Stäbe oder Rohre mit guter Oberflächenbeschaffenheit zu erhalten.

Zur Herstellung von Glasrohren sind sogenannte Down-Draw-Verfahren und das Vello-Verfahren bekannt. Das Vello-Verfahren ist ein spezielles Vertikalziehverfahren für Glasröhren, bei dem aus einer Ringdüse eine Schmelze nach unten abgezogen wird und dann in die Horizontale umgelenkt wird. Dadurch entsteht ein Rohr aus flüssigem Glas, das im weiteren Verlauf des Verfahrens aushärtet.

Die Glasschmelze wird der Düse üblicherweise über einen Speiserkanal zugeführt. In diesem Speiserkanal befindet sich am Boden eine zylindrische Öffnung mit der Ringdüse, durch die Glasschmelze über einen Vertikalkegel ausfließen kann. Der Vertikalkegel kann insbesondere in der Höhe verstellbar und nach unten trichterförmig erweitert 15 ausgeführt sein.

Der Kegel ist hohl und mit einem Verlängerungsrohr an eine Quelle für die sogenannten Blasluft angeschlossen. Durch die Blasluft, die in das Innere des sich an der Ringdüse bildenden Rohres aus flüssigem Glas eingebracht wird, wird das gewünschte Aussendurchmesser-Wandstärken-Verhältnis eingestellt. Das Rohr wird dann nach unten in einem temperaturgeregelten Schacht abgezogen. Im Anschluss daran kann das Rohr frei hängend oder mit Hilfe einer Führung in die Horizontale umgelenkt und von einer Ziehmaschine weiter abgezogen werden.

Die Down-Draw-Verfahren unterscheiden sich vom Vello-Verfahren dadurch, dass das Rohr nicht in die Horizontale umgelenkt wird, sondern direkt vertikal nach unten abgezogen wird.

Bei den genannten Verfahren besteht das Formgebungswerkzeug zum Herstellen des Rohres im Wesentlichen aus einer kreisförmigen Düse, in die eine zylindrische oder kegelförmige Nadel weitgehend konzentrisch eingesetzt ist.

5 Aus dem Ringspalt zwischen Nadel und Düsenrand fließt die Glasschmelze senkrecht nach unten aus, so dass sich unter der Nadel ein hohler Glasstrang bildet. Dieser wird kontrolliert abgekühlt und schließlich in einem Abstand von der Düse von einer Ziehmaschine als Rohr kontinuierlich 10 abgezogen.

Außendurchmesser und Wandstärke der auf diese Weise hergestellten Rohre lassen sich durch geeignete Einstellung des Glasdurchsatzes, der Ziehgeschwindigkeit und der 15 Nadelposition in der Düse einstellen. Durch Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen dem Rohrinneren und der Umgebung des Rohres lässt sich das Spektrum der erreichbaren Außendurchmesser und Wandstärken deutlich vergrößern.

20 Die genannten Verfahren haben jedoch den Nachteil, dass der viskose Glasstrang bei niedrigen Viskositäten unter seinem Eigengewicht dazu tendiert, schneller abzufließen als er von der Ziehmaschine abgezogen wird, dadurch entstehen 25 unakzeptable Schwankungen in der Geometrie des Glasstranges.

Dies bedeutet, dass die bekannten Verfahren den Nachteil haben, dass sich die geforderte hohe Produktqualität unterhalb einer bestimmten Glasviskosität nicht zuverlässig 30 einhalten lässt. Dadurch wird die stabile Produktion einer möglichst präzisen Rohrgeometrie verhindert.

Eine mögliche Gegenmaßnahme ist das Erhöhen der Ziehgeschwindigkeit. Diese Maßnahme ist aufgrund der Massenerhaltung allerdings dadurch eingeschränkt, dass der Glasdurchsatz dann ebenfalls erhöht werden muss, um die Rohrgeometrie konstant zu halten. Der Glasdurchsatz ist jedoch aufgrund der vorangehenden beziehungsweise nachfolgenden Prozessschritte, des Einschmelzens, des Läuterns, des Homogenisierens beziehungsweise des Kühlens und des Schneidens des Glases limitiert.

10

Neben dem Erhöhen der Ziehgeschwindigkeit kann durch Ziehen bei niedrigeren Temperaturen, das heißt höheren Glasviskositäten, die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem Abfließen des Glasstranges unter seinem Eigengewicht und der Abziehgeschwindigkeit verkleinert werden. Wird die Temperatur jedoch deutlich abgesenkt, kann es zur Kristallbildung in der Glasschmelze kommen. Durch die Kristallbildung wird die Homogenität des Glasrohres insbesondere im Hinblick auf die Produkteigenschaften äußerst nachteilig beeinflusst. Gefährdet sind dabei insbesondere die Dreiphasengrenzen zwischen Glas, Luft und Düsen- beziehungsweise Nadelmaterial.

Bei der Herstellung von Glasrohren durch Abziehen in der oben beschriebenen Weise können zudem kleine Wellen auf der freien Oberfläche der Glasschmelze beim Abziehen aus der Düse entstehen. Wird die Glasviskosität durch Erniedrigen der Temperatur erhöht, heilen diese kleinen Wellen auf der freien Glasoberfläche deutlich langsamer aus. Das bedeutet, dass durch das Ziehen bei niedrigeren Temperaturen, also höheren Glasviskositäten, neben der Kristallbildung auch eine deutlich schlechtere Oberflächenqualität und

Wandstärkenkonstanz des Glasrohres in Kauf genommen werden muss.

Ziel der Erfindung ist es daher, ein Verfahren  
5 bereitzustellen, mit dem aushärtbare Flüssigkeiten, insbesondere Gläser, die im Temperatur-/Viskositätsbereich des üblichen freien Stab- oder Rohrzuges zur Kristallbildung neigen, kostengünstig über längere Zeit ohne durch Kristallisation bedingte  
10 Produktionsunterbrechungen kontinuierlich als Stäbe oder Rohre mit feuerblanken Oberflächen hergestellt werden können.

Aus den oben beschriebenen Umständen ergibt sich daher die  
15 Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit denen eine stabile Produktion eines Stranges aus einer viskosen aushärtbaren Flüssigkeit mit präziser Geometrie und hoher Oberflächenqualität möglich ist.

20 Mit dem Begriff "Strang" werden Körper bezeichnet, die bei grundsätzlich beliebigem Querschnitt in einer im Vergleich zu dessen Abmessungen großen Ausdehnung in einer Richtung senkrecht zu diesem Querschnitt hergestellt werden und aus 25 einer aushärtbaren Flüssigkeit bestehen können. Das Material kann bereits fest sein, kann aber auch teilweise ausgehärtet sein oder noch flüssig sein.

30 Insbesondere kann aus dem Strang zumindest ein Stab gefertigt werden. Der Strang kann hohl sein, so dass aus dem Strang zumindest ein Rohr gefertigt werden kann. Mehrere Rohre oder Stäbe können als Abschnitte des Stranges hergestellt werden.

Mit den Begriffen "Rohr" oder "Stab" werden Körper bezeichnet, welche einen kreisförmigen, ovalen, elliptischen oder polygonen Querschnitt in einer Ebene senkrecht zu ihrer Längsachse aufweisen.

Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, die Produkt- und Betriebsparameter frei wählen zu können und dabei im Wesentlichen keinen Einfluss auf den vorbestimmten Durchsatz zu nehmen, so dass der Durchsatz weiterhin als unabhängiger Parameter zur Verfügung steht.

Dazu soll insbesondere die Kristallbildung in der viskosen Flüssigkeit, insbesondere in Glasschmelzen weitgehend ausgeschlossen werden. Zudem ist es eine Aufgabe der Erfindung, das Ausheilen von Unregelmäßigkeiten, insbesondere von kleinen Wellen auf der freien Oberfläche der Glasschmelze bei der Entstehung des Stranges zu begünstigen.

Gelöst werden diese Aufgaben auf höchst überraschend einfache Weise bereits durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ferner ist in Anspruch 31 ein Verfahren angegeben, welches die oben beschriebenen Aufgaben löst. Vorteilhafte Weiterbildungen finden sich in den jeweils zugeordneten Unteransprüchen.

Die erfindungsgemäße Lösung stellt damit erstmals eine Vorrichtung zum Herstellen von Rohren durch Abziehen von aushärtbaren Flüssigkeiten, insbesondere von Schmelzen aus einer Düse in einer Abziehrichtung zur Verfügung, welche zumindest einen Verdrängungskörper aufweist, der derart in der Düse angeordnet werden kann, dass er in Abziehrichtung

aus der Düse herausragt. Der Verdrängungskörper dient dabei einerseits der Erhöhung des Strömungswiderstandes innerhalb der Düse und andererseits der Stabilisierung der Strömungsrichtung und der kontrollierten Abkühlung des  
5 Materials nach Verlassen der Düse.

Die Erfinder haben erkannt, dass eine stabile Produktion einer möglichst präzisen Rohrgeometrie überraschenderweise bereits dadurch sichergestellt werden kann, dass der freie  
10 Glasstrang vom Ende des Verdrängungskörpers bis zur Ziehmaschine unter Zugspannung steht. Diese Zugspannung muss über die gesamte Länge des Stranges stabil gehalten werden können.

15 Die Zugspannung innerhalb des Strangs ergibt sich im wesentlichen aus der Differenz der Zugkraft infolge des Abziehens und der auf den Strang wirkenden Gewichtskraft. Die Zugkraft wird durch den viskosen Widerstand gegenüber der Dehnströmung in der Ziehzwiebel übertragen. Die zur  
20 Erzielung eines ausreichenden viskosen Widerstands erforderliche, niedrige Glastemperatur in der Ziehzwiebel kann bei der erfindungsgemäßen Lösung durch die kontrollierte Abkühlung während der Strömung auf bzw. um den Verdrängungskörper  
25 eingestellt werden.

Mit der Vorrichtung, welche den Verdrängungskörper umfaßt, wird vorteilhafterweise ein Ziehwerkzeug zur Verfügung gestellt, das so ausgelegt ist, dass im wesentlichen an  
30 allen Stellen, an denen sich eine Dreiphasengrenze zwischen aushärtbarer Flüssigkeit, Werkstoff der Düse und dem Umgebungsgas bildet, die Temperatur oberhalb der oberen Entglasungsgrenze liegt. Mit dem Begriff

"Verdrängungskörper" wird das Teil der Vorrichtung bezeichnet, auf dessen Oberfläche die aushärtbare Flüssigkeit abläuft, wobei das Ausbilden einer Dreiphasengrenzfläche im kristallisationskritischen 5 Temperaturbereich vollständig vermieden wird.

Da die Filmströmung auf dem Verdrängungskörper aufgrund der Haftbedingung sehr langsam ist, kann das Glas bereits auf einer relativ kurzen Strecke stark abgekühlt werden.

10

Üblicherweise ist die kritische Stelle im Hinblick auf das Kristallisieren der aushärtbaren Flüssigkeit die Unterkante der Düse, da dort oft vergleichsweise niedrige Temperaturen 15 vorliegen. Kristallisationskritische Gläser besitzen bei der diesen Temperaturen ihrer oberen Entglasungsgrenze jedoch zu geringe Viskositäten, um frei gezogen zu werden. Die sich ausbildende Ziehzwiebel würde nicht mehr durch die viskosen Kräfte innerhalb des Glases gehalten werden, 20 deswegen instabil werden und schließlich durch ihr Eigengewicht abreißen.

Indem ein Verdrängungskörper vorgesehen wird, welcher in Abziehrichtung aus der Düse herausragt, kann der Bereich 25 der Dreiphasengrenzlinie und der Bereich des Ablösens des Stranges von der Vorrichtung entkoppelt werden. Das bedeutet, im Bereich der Dreiphasengrenzlinie des ersten Kontaktes der aushärtbaren Flüssigkeit mit dem Umgebungsgas während des Ziehens in der Abziehrichtung kann die 30 Temperatur hoch und die Viskosität niedrig gehalten werden. Im Bereich des Ablösens des Stranges von der Vorrichtung, also von der unteren Begrenzung des Verdrängungskörpers,

kann die Temperatur niedriger und die Viskosität daher höher gewählt werden.

Die Erfindung ermöglicht damit vorteilhafterweise gleichzeitig die Verarbeitung von Gläsern bei einer ausreichend hohen Viskosität im Bereich der Ziehwiebel, wobei dennoch die Temperatur an der Dreiphasengrenzfläche oberhalb der oberen Entglasungstemperatur liegen kann.

10 Die Erfindung sieht vorteilhafterweise vor, dass der Verdrängungskörper in axialer Richtung um zumindest die Hälfte der kürzesten Abmessung seines Querschnitts aus der Düse herausragt, um einen möglichst großen Bereich für die Entkopplung des Bereiches der Dreiphasengrenzlinie und des 15 Bereiches des Ablösens des Stranges von der Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, und gleichzeitig eine ausreichende Stabilität der Anordnung zu gewährleisten. Im Allgemeinen kann der Verdrängungskörper beliebige Geometrien aufweisen. Im Fall eines kreisförmigen Querschnitts ragt der 20 Verdrängungskörper erfindungsgemäß beispielsweise um zumindest eine Länge, welche seinem halben Durchmesser entspricht, aus der Düse heraus.

Um eine möglichst homogene Ablösung des Stranges von dem 25 Verdrängungskörper zu ermöglichen, kann die außerhalb der Düse angeordnete Begrenzung des Verdrängungskörpers (16, 25) in einer nahezu punktförmigen Spitze oder einer angespitzten Kante enden.

30 Des Weiteren sieht die Erfindung vor, dass die Düse einen Außenmantel umfaßt, dessen mit dem Strang in Kontakt stehende Begrenzung derart ausgebildet ist, dass die Ablösung des Stranges von der Düse an einer definierten

Abrisskante erfolgt. Dadurch wird Kristallisation an der Dreiphasengrenzfläche nach den Erkenntnissen der Erfinder vorteilhafterweise noch weiter vermindert.

5 In einer Ausführungsform der Erfindung kann die mit dem Strang in Kontakt stehende Begrenzung des Außenmantels der Düse ein Material aufweisen, das von der aushärtbaren Flüssigkeit schlecht, bevorzugt nicht benetzt wird. Somit ist die Wahrscheinlichkeit zur Kristallbildung gering, da die Aufenthaltszeit bei schlechter Benetzung des Materials durch die aushärtbare Flüssigkeit im Bereich hoher Keimbildungsraten, nämlich insbesondere im Bereich der Dreiphasengrenzfläche verkürzt wird.

10

15 In einer vorteilhaften Weiterbildung kann gemäß der Erfindung die mit dem Strang in Kontakt stehende Begrenzung des Außenmantels der Düse mikrostrukturiert sein. Diese Mikrostruktur kann beispielsweise nach dem sogenannten Lotos-Effekt die Benetzung derart beeinflussen, dass die aushärtbare Flüssigkeit insbesondere in dem Bereich, in dem das Ablösen des Stranges von der Düse erfolgt, das Düsenmaterial nahezu nicht benetzt.

20

Um den Verdrängungskörper in der Düse positionieren zu können, können Verbindungselemente zum Verbinden des Verdrängungskörpers mit der Düse vorgesehen sein. Insbesondere im Hinblick auf eine möglichst geringe Beeinflussung des Strömungswiderstandes durch die Verbindungselemente ist gemäß der Erfindung der Verdrängungskörper von oben mit der Düse verbunden. Bevorzugt erfolgt die Positionierung des Verdrängerkörpers jedoch variabel innerhalb der Düse, beispielsweise über

eine nach oben herausgeführte Halterung, sodass die horizontale und vertikale Position des Verdrängerkörpers im Betrieb verstellt werden können. Damit ist eine Anpassung an Produktions- und Materialschwankungen möglich.

5

Der Verdrängungskörper kann gemäß der Erfindung innerhalb des Außenmantels der Düse angeordnet werden kann. Mit dieser Ausführungsform der Erfindung wird die Herstellung von Stäben ermöglicht.

10

Der Verdrängungskörper kann gemäß der Erfindung auch einen inneren, gegenüber der umgebenden aushärtbaren Flüssigkeit offenen Hohlkörper umfassen, welcher zwischen dem Außenmantel der Düse und einer Nadel angeordnet werden kann. Mit dieser Ausführungsform der Erfindung wird die 15 Herstellung von Rohren ermöglicht.

15

Durch einen zwischen dem Außenmantel und der Nadel in der Düse positionierten offenen Hohlkörper werden auf einfache 20 Weise zwei Kontaktflächen, nämlich die Innenfläche sowie die Außenfläche des Hohlkörpers zur Verfügung gestellt, an denen die aushärtbare Flüssigkeit nach dem Austritt aus der Düse haftet und dabei eine Reibungskraft erfährt.

25

Nach dem Austreten aus der Düse liegen sowohl die Innenfläche des zu fertigenden Rohres als auch dessen Außenfläche frei, das heißt ohne direkten Kontakt mit festen Wänden. Unebenheiten auf den Oberflächen können dadurch auf der Innen- und Außenwandung des Rohres 30 gleichermaßen gut ausheilen.

Die Erfindung sieht des Weiteren vor, dass die Düse einen zylindrischen Außenmantel aufweisen kann, um Rohre

beziehungsweise Stäbe mit einem Kreisquerschnitt herstellen zu können.

Der Verdrängungskörper (16, 25) und/oder die Nadel können gemäß der Erfindung vorteilhafterweise ebenfalls zylindrisch ausgeführt sein. Gemäß einer Ausführungsform ist der Verdrängungskörper koaxial zur Düse und/oder zur Nadel angeordnet.

10 Die Erfindung bietet vorteilhafterweise die Möglichkeit, je nach Anforderungen an die Qualität der inneren Oberfläche des Rohres und/oder der äußeren Oberfläche des Rohres oder des Stranges einen jeweils optimal geometrisch angepassten Verdrängungskörper zur Verfügung zu stellen.

15 Aufgrund der Reibung an dem Verdrängungskörper ist die Geschwindigkeit nach dem Austritt aus der Düse wesentlich geringer als im freien Strang bei den herkömmlichen Verfahren, solange die Flüssigkeit noch Kontakt zum 20 Verdrängerkörper hat.

Während der Verweilzeit der aushärtbaren Flüssigkeit auf dem Verdrängungskörper kann die Flüssigkeit zwischen dem Düsenaustritt und dem Ende des Verdrängungskörpers abkühlen. Insbesondere kann die Temperatur der Flüssigkeit an der Düse so hoch gehalten werden, dass es nicht zu einer Kristallisation, beispielsweise an der Dreiphasengrenzlinie, kommt. Gleichzeitig wird dennoch am unteren Ende der Einrichtung eine so hohe Viskosität eingestellt, dass der freie Strang überall unter Zugspannung steht.

Durch die Erfindung ist somit vorteilhafterweise ein kristallisationsfreier und stabiler Ziehprozess ermöglicht. Darüber hinaus bietet die Erfindung den Vorteil, dass während der langsamen Strömung auf dem Verdrängungskörper 5 Unebenheiten in den freien Glasoberflächen insbesondere durch Oberflächenspannungseffekte ausheilen können.

Die Erfindung bietet damit den großen Vorteil, Rohre und Stäbe mit verbesserter Oberflächenqualität herstellen zu 10 können.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verdrängungskörpers erhält man einen weiteren Parameter zur Steuerung des Durchsatzes der aushärtbaren Flüssigkeit unabhängig von der Temperatur. 15 Die Temperatur und damit die Viskosität des Stranges kann bei geeigneter geometrischer Auslegung und Einstellung auf Werte eingestellt werden, die bei einem Ziehverfahren ohne Verdrängerkörper keine stabile Prozessführung erlauben würden, während gleichzeitig der gleiche Durchsatz wie beim 20 Verfahren ohne Verdrängerkörper eingestellt werden kann.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist daher vorgesehen, dass die Abmessungen des Verdrängungskörpers und der Düse in einer Ebene senkrecht zu ihren Längsachsen derart 25 aufeinander abgestimmt sind, dass der Strömungswiderstand des Spalts zwischen Düse und Verdrängungskörper bei der gegebenen Viskosität der aushärtbaren Flüssigkeit einen vorbestimmbaren Durchsatz erlaubt.

30 Die Erfindung sieht des Weiteren vor, dass der Verdrängungskörper derart ausgebildet sein kann, dass seine Abmessungen in einer Ebene senkrecht zu seiner Längsachsen nicht konstant sind. Vorzugsweise kann der Spalt der Düse

durch Verstellen des Verdrängungskörpers variiert werden, um den Durchsatz an die Produktionsanforderungen anzupassen.

5 Auf die genannten Parameter kann erfindungsgemäß auch über eine Einrichtung zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Durchsatzes der aushärtbaren Flüssigkeit Einfluss genommen werden. Der Durchsatz der aushärtbaren Flüssigkeit entspricht dabei dem Durchsatz des Stranges und 10 damit der Produktionsgeschwindigkeit. Durch das Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Durchsatzes der aushärtbaren Flüssigkeit wird auf einfache Weise eine Anpassung an vor- oder nachgeschaltete Komponenten der Gesamtanlage möglich.

15 Die erfindungsgemäße Vorrichtung sieht des Weiteren eine Einrichtung zum Temperieren des Außenmantels und/oder des Verdrängungskörpers vor. Dadurch kann vorteilhafterweise auch der Strang und insbesondere der aus der Düse ragende 20 Teil des Verdrängerkörpers sowie die Ziehzwiebel temperiert werden.

Als eine solche Einrichtung kann insbesondere eine Muffel vorgesehen sein, welche unterhalb der Düse angeordnet 25 werden kann. Durch das Temperieren der genannten Komponenten kann vorteilhafterweise die Viskosität der Flüssigkeit in diesem Bereich beeinflusst werden.

Außer über eine umgebende Muffel kann der 30 Verdrängungskörper und insbesondere der unterhalb der Düse herausragende Teil des Verdrängungskörpers, beispielsweise zusätzlich zur Temperierung über die Muffel, auf andere Weise temperiert werden. Beispielsweise kann dafür eine

direkte elektrische Beheizung oder eine kontaktlose induktive Beheizung vorgesehen sein. Dadurch kann die Temperatur insbesondere des unteren Teils des Verdrängungskörpers gezielt eingestellt werden.

5 Insbesondere ist eine Temperierung des Verdrängungskörpers unabhängig von der Muffeltemperatur, die sich im wesentlichen auf die Temperatur des Belags an aushärtbarer Flüssigkeit auf dem Verdrängungskörper auswirkt, möglich.

10 Die Einrichtung zum Temperieren umfasst erfindungsgemäß zumindest ein Temperierelement, dessen Position variabel einstellbar ist. Damit bietet die Erfindung vorteilhafterweise die Möglichkeit, die Temperatur der aushärtbaren Flüssigkeit und/oder des Stranges örtlich 15 gezielt zu verändern.

Insbesondere kann die Einrichtung zum Temperieren zumindest zwei voneinander unabhängige Temperierelemente umfassen.

20 Dadurch ermöglicht es die Erfindung, einen in Umfangs- und Ziehrichtung segmentartigen Aufbau der Vorrichtung zu realisieren, so dass ein gewünschtes Temperaturprofil, insbesondere zum Einstellen einer vorbestimmbaren Abkühl- und/oder Aufheizkinetik möglich wird.

25 Um das gewünschte Temperaturprofil an sich ändernde Stoff- und Betriebsparameter anpassen zu können, sieht die Erfindung vorteilhafterweise eine Einrichtung zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln der Temperatur des Außenmantels und/oder des Verdrängungskörpers vor.

30 Dabei kann insbesondere in Abhängigkeit von der Temperatur des Stranges, insbesondere im Bereich der Ziehzwiebel, auf das Temperaturprofil Einfluß genommen werden.

Um vorteilhafterweise eine zusätzliche Kühlung des Stranges bereitzustellen, umfaßt die Vorrichtung in einer vorteilhaften Weiterbildung eine Einrichtung zum Aufbringen einer Flüssigkeit, insbesondere durch Besprühen, auf den Strang, insbesondere auf die Ziehzwiebel. Durch die der aushärtbaren Flüssigkeit entzogene Verdampfungsenthalpie der aufgebrachten Flüssigkeit wird der aushärtbaren Flüssigkeit Wärme entzogen und damit eine stärkere Kühlung des Stranges möglich.

Um die erfindungsgemäße Vorrichtung und insbesondere den Verdrängungskörper vor Schäden durch hohe Temperaturen zu schützen, sieht die Erfindung vorteilhafterweise vor, dass die Vorrichtung und insbesondere der Verdrängungskörper ein temperaturbeständiges Material umfasst. Die Temperaturbeständigkeit kann auf einfache Weise dadurch realisiert werden, dass der Verdrängungskörper zumindest ein hochschmelzendes Metall und/oder ein Edelmetall, insbesondere Platin, und/oder zumindest ein Refraktärmetall und/oder zumindest eine Legierung derselben und/oder Keramik umfasst.

Für die Herstellung von Rohren umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung des Weiteren eine Einrichtung zum Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und dem Außenraum des Stranges. Damit bietet die Erfindung vorteilhafterweise die Möglichkeit, mit Hilfe einer Druckdifferenz zwischen dem Innen- und dem Außenraum des Stranges einen weiteren Prozessparameter zur Verfügung zu stellen, mit welchem der Innendurchmesser, die Wandstärke und der Außendurchmesser des Rohres beeinflusst werden können.

Des Weiteren sieht die Erfindung vor, eine Einrichtung zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Druckes im Innenraum und/oder des Druckes im Außenraum des Stranges zur Verfügung zu stellen. So kann vorteilhafterweise die Druckdifferenz variabel an unterschiedliche Anforderungen angepasst und insbesondere auch während des Betriebes verändert werden.

10 Die erfindungsgemäße Lösung stellt erstmals ein Verfahren zum Fertigen von Rohren zur Verfügung, welches die Schritte des Bereitstellens einer aushärtbaren Flüssigkeit, insbesondere einer Schmelze und des Herstellens eines Stranges durch Abziehen aus einer Düse in einer

15 Abziehrichtung umfasst, wobei insbesondere durch Anordnen zumindest eines Verdrängungskörpers in der Düse derart, dass er den Strömungswiderstand in der Düse erhöht und in Abziehrichtung aus der Düse herausragt, höhere Temperaturen in der Düse erzielt werden können als ohne

20 Verdrängungskörper, die insbesondere oberhalb der kritischen Kristallisationstemperaturen liegen und gleichzeitig am Ende des Verdrängungskörpers die Viskosität der Flüssigkeit ausreichend hoch ist, sodass die für einen stabilen Prozess benötigte Zugkraft aufgefangen werden

25 kann.

Während der Verweilzeit des Stranges im Bereich des aus der Düse herausragenden Teils des Verdrängungskörpers kann die Temperatur der Flüssigkeit gezielt erniedrigt werden. Diese Verweilzeit kann bei bekannten Prozess- und Materialparametern durch Veränderung der Geometrie des Verdrängungskörpers variiert werden. Damit ist, wie oben beschrieben, die Möglichkeit gegeben, im Bereich der

Dreiphasengrenzlinie die Temperatur hoch und die Viskosität niedrig zu halten und dennoch genügend Zeit für eine nachfolgende Kühlung zur Verfügung zu haben, um im Bereich des Ablösens des Stranges von der Vorrichtung die 5 Temperatur niedriger und die Viskosität daher höher zu wählen.

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist vorteilhafterweise des Weiteren vorgesehen, dass die Abmessungen des 10 Verdrängungskörpers und der Düse in einer Ebene senkrecht zu ihren Längsachsen derart aufeinander abgestimmt werden, dass der Strömungswiderstand des Spalts zwischen Düse und Verdrängungskörper bei der gegebenen Viskosität der aushärtbaren Flüssigkeit einen vorbestimmbaren Durchsatz 15 erlaubt.

Der Durchmesser des Verdrängungskörpers und der Düse können insbesondere derart aufeinander abgestimmt, dass der Strömungswiderstand des aus Düse und Verdrängungskörper 20 gebildeten Ringspalts bei der oberhalb der Entglasungsgrenze liegenden Temperatur und der dadurch sich einstellenden Viskosität einen Fließdurchsatz erlaubt, der genau dem Produktionsdurchsatz des Verfahrens entspricht. Vorzugsweise kann der Ringspalt durch Verstellen des 25 Verdrängungskörpers variiert werden, um den Durchsatz an die Produktionsanforderungen anzupassen

Für das Verfahren sieht die Erfindung des Weiteren vor, dass die Position des Verdrängungskörpers senkrecht zur und 30 in Ziehrichtung eingestellt wird. Dadurch ermöglicht die Erfindung auf einfache Weise, bei ansonsten unveränderter Geometrie der verwendeten Anlage, Korrekturen vorzunehmen und insbesondere Einfluss auf die Verweilzeit der

Flüssigkeit auf dem aus der Düse herausragenden Teil des Verdrängungskörpers zu nehmen, wodurch zusammen mit den in diesem Bereich herrschenden Umgebungstemperaturen die Temperaturdifferenz, die sich zwischen dem Bereich des 5 Ringspaltes am unteren Ende der Düse und dem Bereich des Ablösens des Strangs vom unteren Ende des Verdrängungskörpers einstellt, beeinflusst werden kann.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird 10 durch das Positionieren des Verdrängungskörpers die Länge des aus der Düse herausragenden Teils des Verdrängungskörpers so eingestellt, dass die aushärtbare Flüssigkeit am aus der Düse herausragenden Ende des Verdrängungskörpers, eine Viskosität aufweist, die 15 ausreichend hoch ist, um den gesamten Strang unter Zugspannung und somit stabil zu halten.

Im Rahmen des Verfahrens können zudem die Temperatur des Außenmantels und/oder des Verdrängungskörpers eingestellt 20 und/oder gesteuert und/oder geregelt werden. Damit bietet die Erfindung die Möglichkeit, die Temperatur und damit beispielsweise die Viskosität der aushärtbaren Flüssigkeit zu beeinflussen. Zum Realisieren des Temperierens des Außenmantels und/oder des Verdrängungskörpers kann 25 insbesondere eine Muffel verwendet werden. Bevorzugt enthält diese Muffel mindestens zwei Segmente in Umfangs- oder Ziehrichtung, deren Temperaturen getrennt eingestellt werden können.

30 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Temperatur der aushärtbaren Flüssigkeit im Verlauf des Verfahrens zeitlich und auch örtlich variiert werden kann. Dann kann das Temperaturprofil der aushärtbaren Flüssigkeit und/oder des

Stranges im Hinblick auf eine Abkühl- beziehungsweise Aufheizkinetik vorgegeben werden.

Die Erfindung sieht vorteilhafterweise des Weiteren vor,  
5 dass die Temperaturumgebung des Stranges so eingestellt wird, dass die aushärtbare Flüssigkeit am unteren Ende des Verdrängungskörpers, eine, insbesondere über den Querschnitt gemittelte, Viskosität aufweist, die ausreichend hoch ist, um den gesamten Strang unter  
10 Zugspannung und somit stabil zu halten.

Beispielsweise kann mit der temperaturabhängigen Viskosität gemäß der Vogel-Fulcher-Tamann-Gleichung die Auslegung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgen.

15 Die am unteren Ende des Verdrängungskörpers herrschenden Temperaturen können unterhalb der Entglasungsgrenze liegen. Bei Vorliegen einer Dreiphasengrenze wäre in diesem Fall mit Kristallisation zu rechnen: Da durch die Erfindung jedoch die Position der Dreiphasengrenze nicht am unteren Ende, sondern vielmehr in einem näher am Düsenaustritt gelegenen Bereich des Verdrängungskörpers mit entsprechend höheren Temperaturen liegt, treten vorteilhafterweise dennoch, insbesondere an der Oberfläche des Stranges, keine  
20 Kristalle auf.  
25

Das Temperaturprofil kann dabei vorteilhafterweise derart gestaltet werden, dass der Förder- und Aushärtevorgang des Stranges im Hinblick auf die resultierenden  
30 Produkteigenschaften optimiert werden. In dieser Hinsicht ist es besonders vorteilhaft, wenn im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens die Position zumindest eines

Temperierelementes eingestellt und/oder gesteuert und/oder geregelt wird.

Die Erfindung sieht vorteilhafterweise zudem vor, dass auf 5 den Strang, insbesondere im Bereich der Ziehzwiebel, eine Flüssigkeit, insbesondere durch Besprühen, aufgebracht wird. So wird eine Möglichkeit geschaffen, um eine zusätzliche Kühlung des Stranges zu realisieren.

Um bei der Produktion von Rohren bei konstantem Durchsatz 10 und unveränderter Anlage Einfluss auf den Innendurchmesser und/oder die Wandstärke und/oder den Außendurchmesser eines zu fertigenden Rohres nehmen zu können, bietet das erfindungsgemäße Verfahren die einfache Möglichkeit, dass 15 eine Druckdifferenz zwischen dem Innenraum und dem Außenraum des Stranges erzeugt wird.

Um das Verfahren beispielsweise an sich ändernde 20 Werkstoffeigenschaften anpassen zu können, sieht die Erfindung zudem vor, dass der Druck im Innenraum und/oder im Außenraum des Rohres eingestellt und/oder gesteuert und/oder geregelt wird.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren kann zudem 25 vorteilhafterweise der Durchsatz der aushärtbaren Flüssigkeit eingestellt und/oder gesteuert und/oder geregelt werden. Je nachdem, wie das erfindungsgemäße Verfahren im Rahmen des jeweiligen konkreten Prozesses durchgeführt wird, kann somit über den zusätzlichen 30 unabhängigen Prozessparameter des Durchsatzes Einfluss auf die Produktionsgeschwindigkeit genommen werden.

Insbesondere kann als aushärtbare Flüssigkeit eine Glasschmelze eingesetzt werden. Ebenso können Glasschmelzen verarbeitet werden, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren als amorphe Stäbe oder Rohre erhalten werden, anschließend jedoch, beispielsweise mittels einer Temperaturbehandlung, durch gezielte Volumenkristallisation in eine Glaskeramik umgewandelt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder dem erfindungsgemäßen Verfahren wird es erstmals möglich, ein Rohr oder einen Stab aus einem Material, beispielsweise Glas, herzustellen, welches üblicherweise bei der Herstellung kristallisieren würde, jedoch mit Hilfe der Erfindung im Wesentlichen insbesondere an der Oberfläche kristallisationsfrei ist und im Wesentlichen keine Unebenheiten an den freien Flächen aufweist.

Insbesondere weist die Oberfläche auf der Innenseite des Rohres und/oder die Oberfläche auf der Außenseite des Rohres oder Stabes eine feuerpolierte Qualität auf.

Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Glaskeramik-Stab oder ein Glaskeramik-Rohr, wobei die Glaskeramik insbesondere Zerodur umfaßt, welches aus einem Stab beziehungsweise einem Rohr hergestellt ist, der unter Verwendung der Erfindung gefertigt wurde.

Darüber hinaus umfasst die Erfindung eine Linse, welche aus einem Stab hergestellt ist, der unter Verwendung der Erfindung gefertigt wurde.

Außerdem betrifft die Erfindung eine Faser, insbesondere eine optische Faser, welche aus einem unter Verwendung der

Erfindung gefertigten Stab und/oder einem Rohr hergestellt ist,

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von

5 Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Dieselben Bauteile werden auf allen Zeichnungen mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

10

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Längsschnittes

15 durch eine Vorrichtung zum freien Strangziehen gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Längsschnittes

20 durch eine zweite Vorrichtung zum Strangziehen gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3a eine schematische Darstellung eines Längsschnittes

25 durch die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3b eine schematische Darstellung eines Längsschnittes

durch die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

30 Fig. 4a eine schematische Darstellung eines Längsschnittes der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4b eine schematische Darstellung eines Längsschnittes der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4c eine schematische Darstellung eines Längsschnittes der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel,

5 Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Querschnittes in der Ebene X-X der in Fig. 4a dargestellten Vorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel,

10

In Figur 1 ist eine Vorrichtung mit einer Düse 10 dargestellt, mit welcher ein bekanntes Verfahren zum Herstellen von Stäben durchgeführt werden kann. Die Düse 10 umfaßt einen Außenmantel 12. In der Düse befindet sich eine aushärtbare Flüssigkeit 35. Gemäß dem Stand der Technik wird ein Stab ohne Form "frei", also ohne Kontakt zu einer Form, in Gestalt eines Stranges 3 aus einer Düse 10 gezogen.

20

In Figur 2 ist eine weitere Vorrichtung zum Strangziehen gemäß dem Stand der Technik gezeigt. Auch sie umfaßt eine Düse 10 mit einem Außenmantel 12. Die abgebildete Anordnung entspricht einem Down-Draw-Verfahren. In der Düse 10 ist eine Nadel 15 angeordnet. Die Nadel 15 ist bündig mit der Unterkante der Düse 10 eingesetzt. Sie erhöht den Strömungswiderstand in der Düse 10, so dass geringfügig höhere Temperaturen an der Unterkante der Düse möglich sind.

25

30 Da jedoch auch bei Verwendung dieser Anordnung der Bereich der Dreiphasengrenze 40 und der Bereich des Ablösen 42 des Stranges von der Düse miteinander gekoppelt sind, können

Kristalle auftreten, so dass die Produktion unterbrochen werden muss.

Bei den bekannten Verfahren ist insbesondere eine vergleichsweise hohe Viskosität notwendig, um ein zu schnelles Abfließen des Stranges 3 unter seinem Eigengewicht verhindert. Das bedeutet, dass die Temperatur in dem Bereich 42, in dem das Ablösen des Stranges 3 von der Düse 10 erfolgt, entsprechend niedrig sein muß. Mit abnehmender Temperatur steigt jedoch die Entglasungsneigung der aushärtbaren Flüssigkeit 35, sie beginnt zu kristallisieren. Die Kristallisation findet bevorzugt an der Dreiphasengrenzfläche 40 statt. Der Bereich des Ablösens 42 und die Dreiphasengrenzfläche 40 sind jedoch nach dem Stand der Technik miteinander gekoppelt.

15

In Figur 3a ist eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Düse 10, zumindest einem Verdrängungskörper 16 und einem Strang 3, welcher einen Stab bildet, gezeigt. Die Düse 10 umfasst einen Außenmantel 12 sowie einen Verdrängungskörper 16.

Im Unterschied zum Stand der Technik ragt der Verdrängungskörper 16, weit aus der Düse 10 heraus. Der Verdrängerkörper 16 ist in der Darstellung in Fig. 3a mit Verbindungselementen 22 mit dem Außenmantel 12 verbunden.

Zwischen dem Außenmantel 12 und dem Verdrängungskörper 16 befindet sich in der Düse 10 die aushärtbare Flüssigkeit 35. Am Austritt der Düse 10 verlässt die aushärtbare Flüssigkeit 35 die Düse, so dass ein Strang 3 entsteht, der in einer Abziehrichtung 4 abgezogen wird.

Durch die Verwendung des Verdrängungskörpers 16 wird der Bereich des Ablösens 42 des Stranges 3 von der Dreiphasengrenze 40 entkoppelt. Dadurch kann im Bereich der Dreiphasengrenze 40 eine Temperatur eingestellt werden, bei welcher die Kristallisation der aushärtbaren Flüssigkeit 35, insbesondere auf der Oberfläche des Stranges 3, zuverlässig vermieden werden.

Während der Verweilzeit der aushärtbaren Flüssigkeit 35 auf dem Bereich des Verdrängungskörpers 16, welcher aus der Düse 10 herausragt, bietet sich durch die erfindungsgemäße Anordnung jedoch die Möglichkeit, die aushärtbare Flüssigkeit 35 soweit abzukühlen, dass sie bei Erreichen des Bereiches 42 der Ablösung eine ausreichend niedrige Temperatur hat, so dass ein stabiles Abziehen möglich ist.

In Fig. 3b ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von Fig. 3a darin, dass der Verdrängungskörper 16 nicht am Außenmantel 12 der Düse fixiert ist, sondern über eine Halterung 23 horizontal und vertikal innerhalb der Düse 10 verstellt werden kann. Dadurch können noch im laufenden Prozess Anpassungen durchgeführt werden.

In Fig. 4a ist eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Düse 10, einem als offener Hohlkörper ausgebildeten Verdrängungskörper 25 und einem Strang 3, welcher ein Rohr bildet, gezeigt. Die Düse 10 umfasst einen Außenmantel 12 und eine Nadel 15. Zwischen dem Außenmantel 12 und der Nadel 15 befindet sich in der Düse 10 die aushärtbare Flüssigkeit 35. Am Austritt der Düse 10 verlässt die aushärtbare Flüssigkeit 35 die Düse.

als hohler Strang 3, so dass ein Rohr entsteht, welches in einer Abziehrichtung 4 abgezogen wird.

Der Verdrängungskörper 25 umfasst gemäß der dritten Ausführungsform einen zylindrischen Hohlkörper, welcher zwischen dem Außenmantel 12 und der Nadel 15 mit der Düse 10 verbunden ist. Der Verdrängungskörper 25 ist in der Darstellung in Fig. 4a mit Verbindungselementen 22 mit dem Außenmantel 12 verbunden. Wie in Fig. 4b dargestellt, kann der Verdrängungskörper 25 jedoch auch mit der Nadel 15 verbunden sein. Ebenso ist es möglich, den Verdrängungskörper 25, wie in Fig. 4c dargestellt, über eine Halterung 23', unabhängig von Außenmantel und Nadel zu halten. Dadurch ist eine horizontale und vertikale Verschiebung des Verdrängungskörpers und somit eine Anpassung während des laufenden Prozesses möglich. Die Halterung 23' ist in Umfangsrichtung unterbrochen, sodass die aushärtbare Flüssigkeit auch in den Raum zwischen der Halterung 23' und der Nadel 15 eindringen kann.

Zwischen dem Innenraum 31 und dem Außenraum 32 des hohlen Stranges 3 kann eine Druckdifferenz eingestellt werden. Über die Druckdifferenz zwischen dem Innenraum 31 und dem Außenraum 32 kann beispielsweise die Wandstärke des hohlen Stranges 3 beeinflusst werden.

Durch die Verwendung des Verdrängungskörpers (25) wird der Bereich des Ablösens 42 des hohlen Stranges 3 von der Dreiphasengrenzfläche 40 entkoppelt. Wie oben für die erste Ausführungsform der Erfindung zum Fertigen eines Stabes erläutert, kann dadurch im Bereich der Dreiphasengrenzfläche 40 eine Temperatur eingestellt werden, bei welcher die Kristallisation der aushärtbaren

Flüssigkeit 35, insbesondere auf der inneren und/oder äußeren Oberfläche des Stranges 3, zuverlässig vermieden werden.

5 Während der Verweilzeit der aushärtbaren Flüssigkeit 35 auf den Oberflächen des Verdrängungskörpers 25, welcher aus der Düse 10 herausragt, bietet sich durch die erfindungsgemäße Anordnung jedoch die Möglichkeit, die aushärtbare Flüssigkeit 35 soweit abzukühlen, dass sie bei Erreichen 10 des Bereiches 42 der Ablösung eine ausreichend niedrige Temperatur hat, so dass ein stabiles Abziehen möglich ist.

In Fig. 5 wird beispielhaft dargestellt, wie der als Hohlkörper ausgebildete Verdrängungskörper 25 in der 15 erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform angeordnet sein kann. Im Außenmantel 12 ist über mehrere Verbindungselemente 22 der Verdrängungskörper 25 montiert. Koaxial zum Außenmantel 12 ist die Nadel 15 angeordnet. Zwischen dem Außenmantel 12 und dem 20 Verdrängungskörper 25 sowie dem Verdrängungskörper 25 und der Nadel 15 befindet sich die aushärtbare Flüssigkeit 35.

Beispielsweise kann eine erfinderische Vorrichtung für ein gegebenes Glas folgendermaßen ausgelegt werden. Betrachtet 25 wird ein Beispielglas mit folgende Eigenschaften:

Die Temperaturabhängigkeit der Viskosität  $\eta$  (in dPa s) lässt sich nach der Gleichung von Vogel-Fulcher-Tammann mit den Parametern A, B und  $T_0$  beschreiben. Es gilt

30

$$\log \eta = A + B / (T - T_0),$$

wobei  $A = -4,16$ ;  $B = 5156$  K und  $T_0 = 263$  K.

Die obere Entglasungsgrenze liegt bei  $1010^{\circ}\text{C}$ . Die Dichte des Glases beträgt  $3400 \text{ kg/m}^3$ . Die Oberflächenspannung beträgt  $0,3 \text{ N/m}$ . Die aktive Wärmeleitfähigkeit innerhalb des Glases beträgt  $3 \text{ W/(mK)}$ . Die spezifische Wärmekapazität des Glases beträgt  $1000 \text{ J/(kg K)}$ .

Für die beispielhafte Auslegung wird angenommen, dass sich unterhalb der Düse eine Muffel anschließt, in der eine Temperatur von konstant  $500^{\circ}\text{C}$  herrscht. Der Produktionsdurchsatz des Verfahrens soll  $72 \text{ kg}$  pro Stunde betragen.

Für einen stabilen, ohne durch Kristallisation unterbrochenen Produktionsbetrieb wird gefordert, dass die kälteste Stelle, an der eine Dreiphasengrenze auftritt, bei mindestens  $1020^{\circ}\text{C}$  und damit oberhalb der Entglasungsgrenze gehalten werden soll.

Unter Verwendung einer gängigen mathematischen Simulationssoftware zur Berechnung von Strömungsvorgängen ist es möglich, geeignete geometrische Dimensionen für die Auslaufdüse, und den Verdrängungskörper zu bestimmen.

Auslaufdüse und Verdrängungskörper haben im betrachteten Beispiel einen Kreisquerschnitt. Neben dessen Abmessungen wird auch die Länge des Verdrängungskörpers bestimmt.

Die Dimensionen werden so festgelegt, dass das Glas bei der Strömung entlang des Verdrängungskörpers bis auf eine für stabiles Freiziehen ausreichend niedrige Temperatur abkühlt.

So ergibt sich zum Beispiel ein Düsendurchmesser von 160 mm, ein Durchmesser des Verdrängungskörpers von 140 mm, und eine unterhalb der Düse herausragende Länge des Verdrängungskörpers von 170 mm, von denen 100 mm als zylindrischer Teil und 70 mm als kegeliger Teil ausgebildet sind. Dadurch erhält die aus der Düse herausragende Begrenzung des Verdrängungskörpers eine Spitze.

10 Mit einer derartig dimensionierten Vorrichtung kann erreicht werden, dass Glas mit dem gewünschten Produktionsdurchsatz bei der oberhalb der Entglasungstemperatur liegenden Temperatur durch den aus Düse und Verdrängungskörper gebildeten Ringspalt austritt.

15 Beim Herabfließen auf der Außenfläche des unteren Teils des Verdrängungskörpers kühlt das Glas ab. Am Ende des Verdrängungskörpers besitzt das Glas dann eine ausreichend hohe Viskosität, um beim gewünschten Produktionsdurchsatz stabil abgezogen werden zu können, ohne bereits durch das

20 Eigengewicht schneller abzufließen als es der Ziehgeschwindigkeit entspricht.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Herstellen von Strängen (3) durch Abziehen von zumindest einer aushärtbaren Flüssigkeit (35), insbesondere einer Schmelze, aus einer Düse in einer Abziehrichtung (4), gekennzeichnet durch zumindest einen Verdrängungskörper (16, 25), welcher derart in der Düse angeordnet werden kann, dass er in Abziehrichtung (4) aus der Düse herausragt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper in axialer Richtung um zumindest die Hälfte der kürzesten Abmessung seines Querschnitts aus der Düse herausragt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die außerhalb der Düse angeordnete Begrenzung des Verdrängungskörpers (16, 25) in einer Spitze oder Kante endet.
4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse einen Außenmantel (12) umfasst, dessen mit dem Strang (3) in Kontakt stehende Begrenzung derart ausgebildet ist, dass die Ablösung des Stranges von der Düse in axialer Richtung im wesentlichen an einer definierten Abrißkante erfolgt.
5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Strang (3) in Kontakt stehende Begrenzung des Außenmantels (12) der Düse (10) ein Material aufweist, das von der

aushärtbaren Flüssigkeit schlecht, bevorzugt nicht benetzt wird.

6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch Verbindungselemente (22) zum Verbinden des Verdrängungskörpers (16, 25) mit der Düse.
7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (16, 25) in horizontaler und/oder vertikaler Richtung bezüglich der Düse verschiebbar über eine Halterung (23, 23') gehalten werden kann.
8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (16) gegenüber der umgebenden aushärtbaren Flüssigkeit abgeschlossen ist und innerhalb des Außenmantels (12) der Düse angeordnet werden kann.
9. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (25) einen gegenüber der umgebenden aushärtbaren Flüssigkeit offenen Hohlkörper umfasst, welcher zwischen dem Außenmantel (12) und der Nadel (15) in der Düse angeordnet ist werden kann.
10. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse einen zylindrischen Außenmantel (12) aufweist.
- 25 11. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (16, 25) und/oder die Nadel (15) zylindrisch ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (16, 25) koaxial zu der Düse angeordnet ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abmessungen des Verdrängungskörpers und der Düse in einer Ebene senkrecht zu ihren Längsachsen derart aufeinander abgestimmt sind, dass der Strömungswiderstand des Spalts zwischen Düse (10) und/oder Nadel (15) und Verdrängungskörper bei der gegebenen Viskosität der aushärtbaren Flüssigkeit einen vorbestimmten Durchsatz erlaubt.  
5
14. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (16, 25) derart ausgebildet ist, dass seine Abmessungen in einer Ebene senkrecht zu seiner Längsachsen nicht konstant sind.  
10
15. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Temperieren des Außenmantels (12) und/oder des Verdrängungskörpers (16, 25).  
15
16. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Einrichtung zum Temperieren eine Muffel unterhalb der Düse angeordnet werden kann.  
20
17. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Einrichtung zum Temperieren eine Einrichtung zum direkten elektrischen Beheizen und/oder zum insbesondere kontaktlosen induktiven Beheizen eingesetzt werden kann.  
25

18. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Temperieren zumindest ein Temperierelement umfasst, dessen Position variabel einstellbar ist.

5 19. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Temperieren zumindest zwei voneinander unabhängige Temperierelemente umfasst.

20. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln der Temperatur des Außenmantels (12) und/oder des Verdrängungskörpers (16, 25).

15 21. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Aufbringen einer Flüssigkeit, insbesondere durch Besprühen, auf den Strang (3), insbesondere auf die Ziehzwiebel (42).

22. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (16, 25) zumindest ein hochschmelzendes Metall und/oder zumindest ein Edelmetall, insbesondere Platin, und/oder zumindest ein Refraktärmetall und/oder zumindest eine Legierung derselben und/oder Keramik umfasst.

25 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 22, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen einem Innenraum (31) und einem Außenraum (32) des Stranges (3).

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 23, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Einstellen

und/oder Steuern und/oder Regeln des Druckes im Innenraum (31) und/oder des Außenraum (32) des Stranges (3).

25. Verfahren zur Fertigung von Strängen (3), welches die Schritte des Bereitstellens einer aushärtbaren Flüssigkeit (35), insbesondere einer Schmelze, und des Herstellens eines Stranges (3) durch Abziehen aus einer Düse in einer Abziehrichtung (4) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass,

10 in der Düse ein Verdrängungskörper (16, 25) derart angeordnet ist, dass er in Abziehrichtung (4) aus der Düse herausragt.

26. Verfahren nach Anspruch 25,  
dadurch gekennzeichnet, dass

15 die Abmessungen des Verdrängungskörpers (16, 25) und der Düse (10) in einer Ebene senkrecht zu ihren Längsachsen derart aufeinander abgestimmt werden, dass der Strömungswiderstand des Spalts zwischen Düse (10) und/oder Nadel (15) und Verdrängungskörper (16, 25) bei 20 der gegebenen Viskosität der aushärtbaren Flüssigkeit (35) einen vorbestimmmbaren Durchsatz erlaubt.

27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Verdrängungskörpers (16, 25) in horizontaler und/oder vertikaler Richtung einstellbar ist.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 27,  
dadurch gekennzeichnet, dass durch das Positionieren des Verdrängungskörpers (16, 25) die Länge des aus der Düse herausragenden Teils des Verdrängungskörpers (16, 25) so-eingestellt wird, dass die aushärtbare

Flüssigkeit (35) am aus der Düse herausragenden Ende des Verdrängungskörpers (16, 25), eine Viskosität aufweist, die ausreichend hoch ist, sodass der gesamte Strang (3) während des Abziehens unter Zugspannung steht.

5

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Außenmantels (12) und/oder des Verdrängungskörpers (16, 25) eingestellt und/oder gesteuert und/oder geregelt wird.

10

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturumgebung des Stranges (3) so eingestellt wird, dass die aushärtbare Flüssigkeit am unteren Ende des Verdrängungskörpers (16, 25), eine, insbesondere über den Querschnitt gemittelte, Viskosität aufweist, die ausreichend hoch ist, sodass der gesamte Strang (3) während des Abziehens unter Zugspannung steht.

15

20 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Position zumindest eines Temperier-Elements eingestellt und/oder gesteuert und/oder geregelt wird.

25

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Strang (3), insbesondere im Bereich der Ziehzwiebel, eine Flüssigkeit, insbesondere durch Besprühen, aufgebracht wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass die aushärtbare Flüssigkeit (35) zu einem Stab ausgehärtet wird.
34. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die aushärtbare Flüssigkeit (35) zu einem Rohr ausgehärtet wird.
35. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckdifferenz zwischen einem Innenraum (31) und einem Außenraum (32) des Stranges (3) erzeugt wird.
36. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im Innenraum (31) und/oder des Außenraum (32) des Stranges (3) eingestellt und/oder gesteuert und/oder geregelt wird.
37. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass als aushärtbare Flüssigkeit (35) eine Glasschmelze eingesetzt wird.
38. Rohr oder Stab aus einem im wesentlichen amorphen Festkörper, herstellbar in einer Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 bis 24 und/oder nach einem Verfahren gemäß der Ansprüche 25 bis 37.
39. Rohr oder Stab nach der Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörper ein Glas umfasst.
40. Rohr oder Stab nach einem der Ansprüche 38 oder 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche (33) auf der Innenseite des Rohres (3) und/oder die Oberfläche (37) auf der Außenseite des Rohres (3) im wesentlichen glatt ist.

41. Glaskeramik-Stab oder Glaskeramik-Rohr, wobei die Glaskeramik insbesondere Zerodur umfaßt, hergestellt aus einem Stab oder Rohr nach einem der Ansprüche 38 bis 40.

5 42. Linse, hergestellt aus einem Stab nach einem der Ansprüche 38 bis 40.

43. Faser, insbesondere optische Faser, hergestellt aus einem Stab und/oder einem Rohr nach einem der Ansprüche 38 bis 40.

1/8

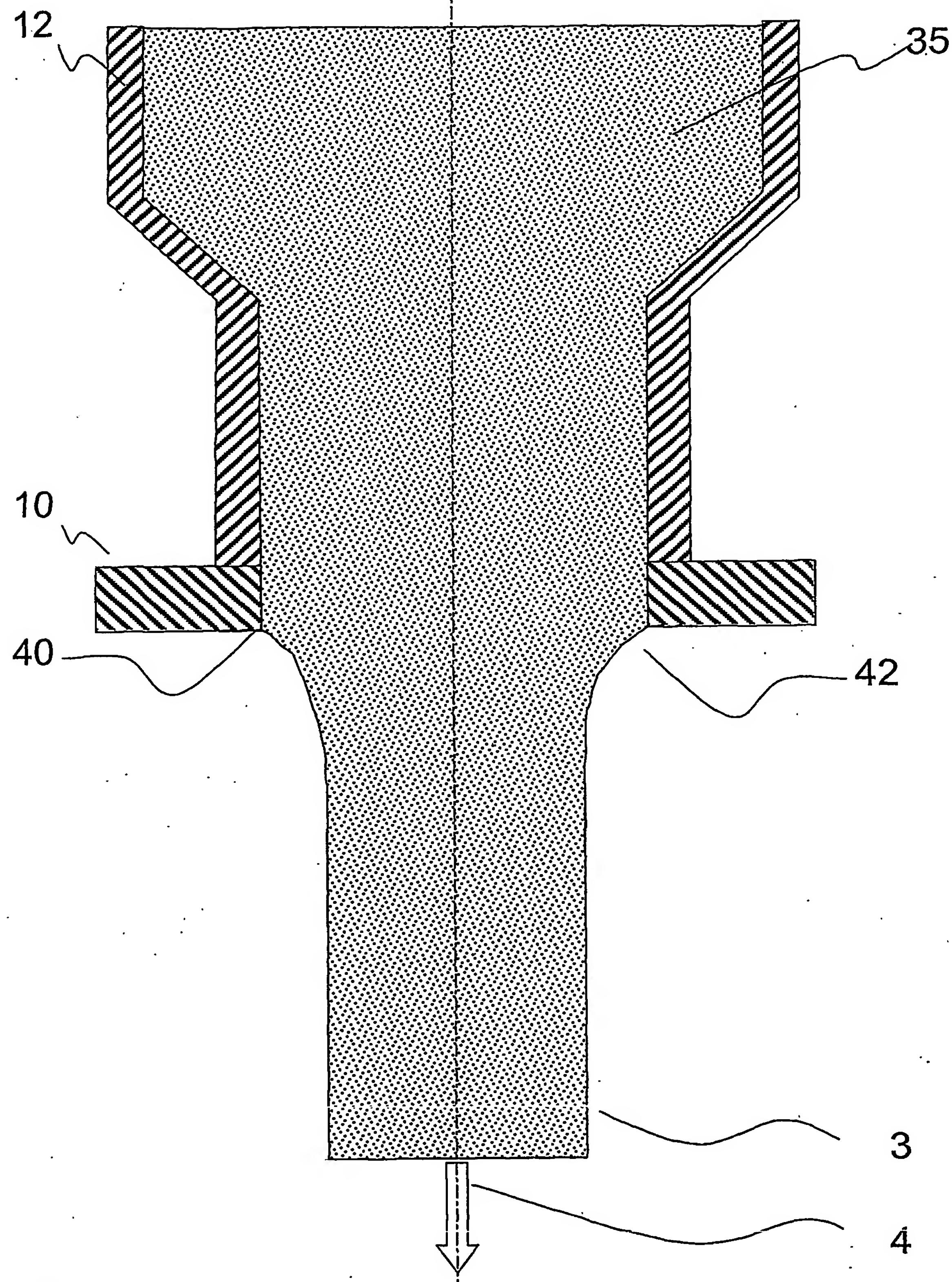


Fig. 1

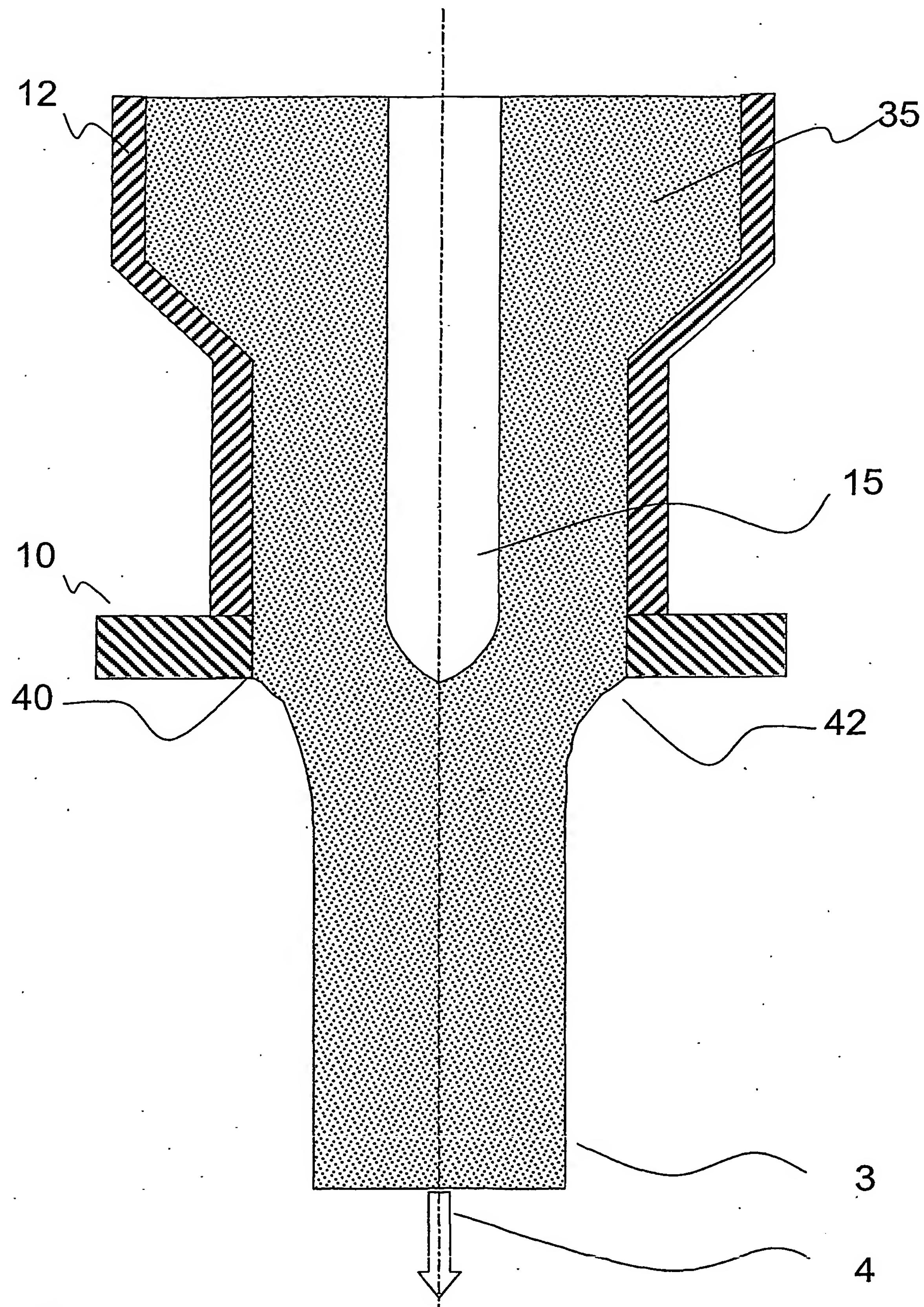


Fig. 2

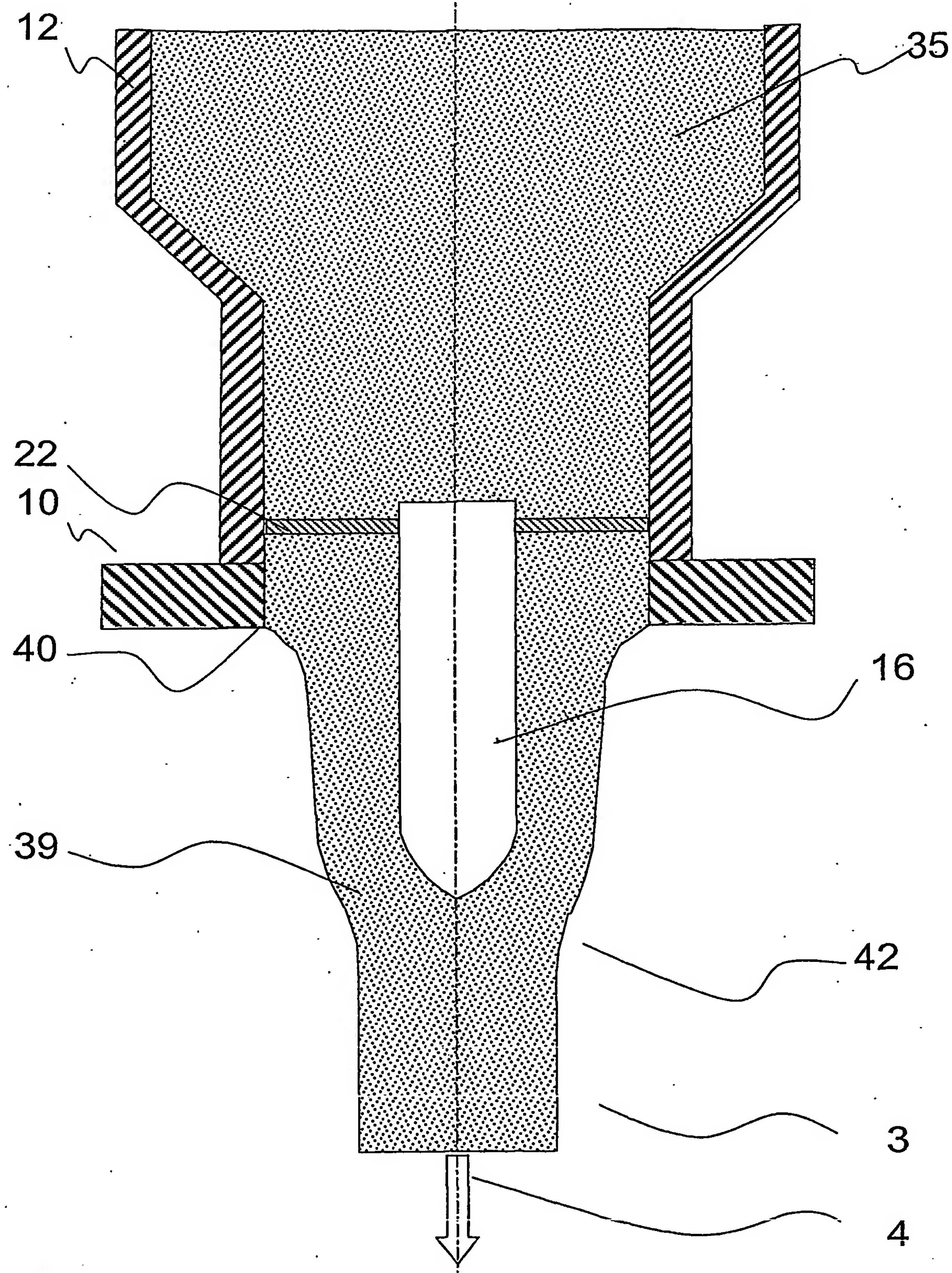


Fig. 3a

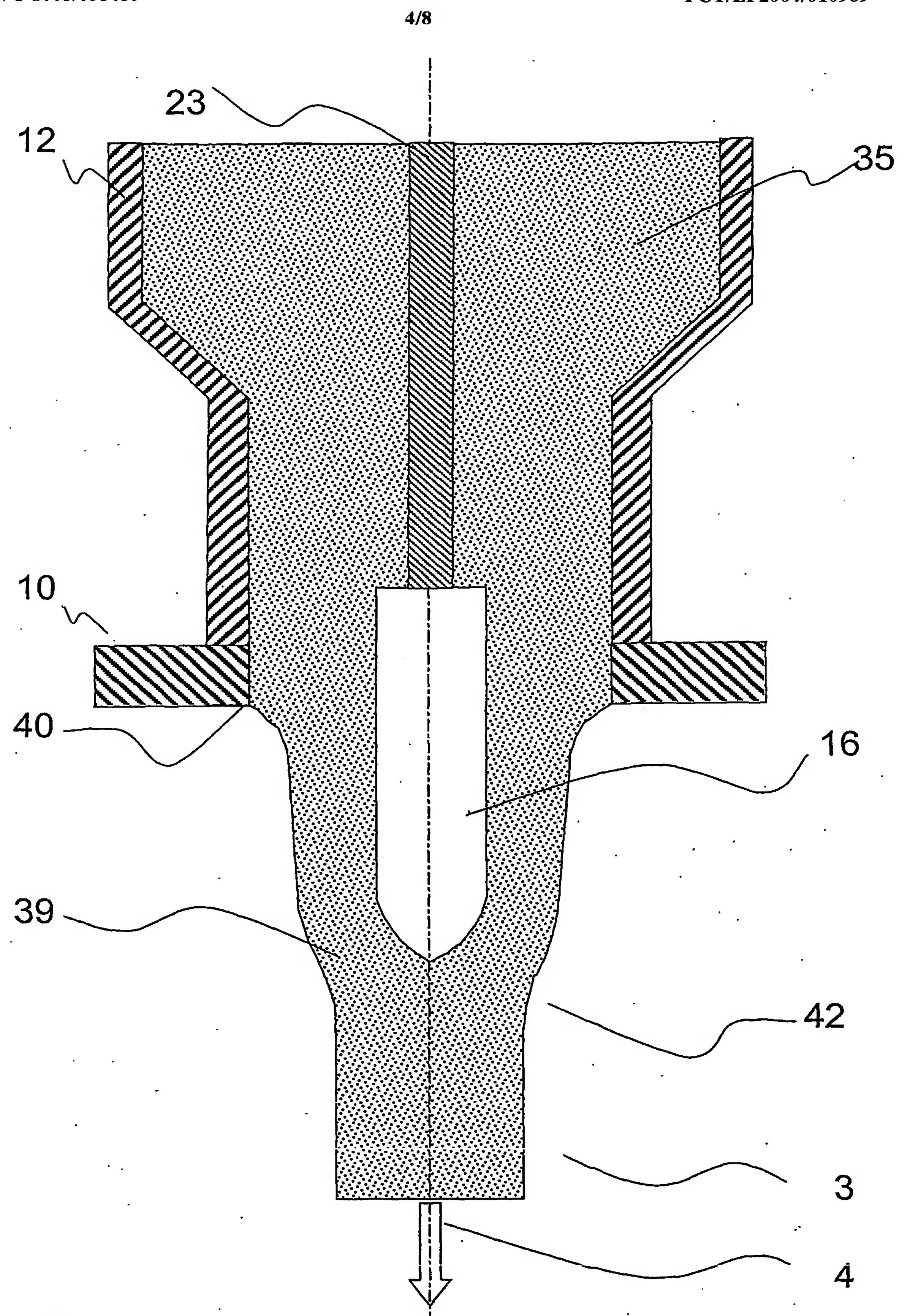


Fig. 3b

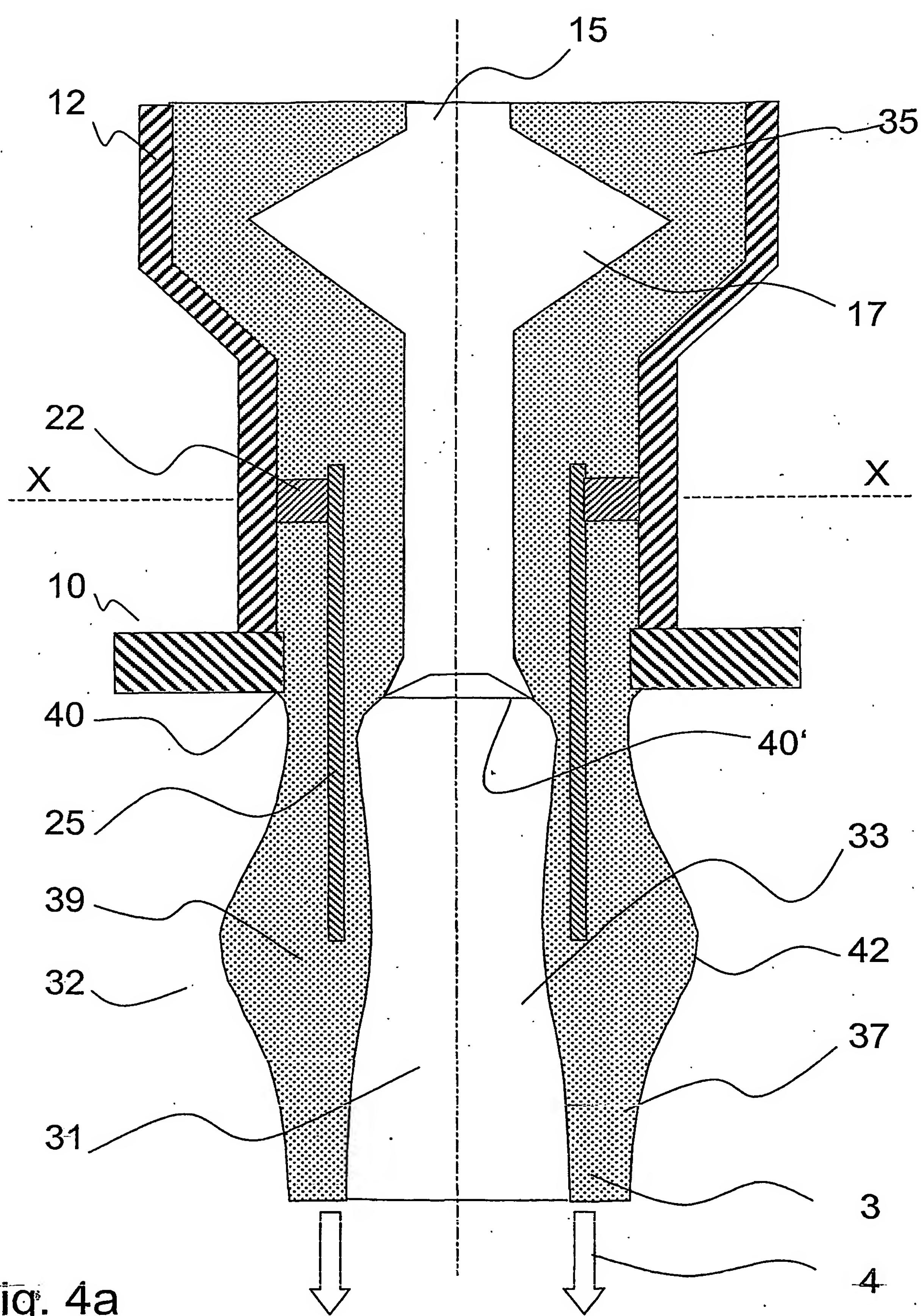


Fig. 4a

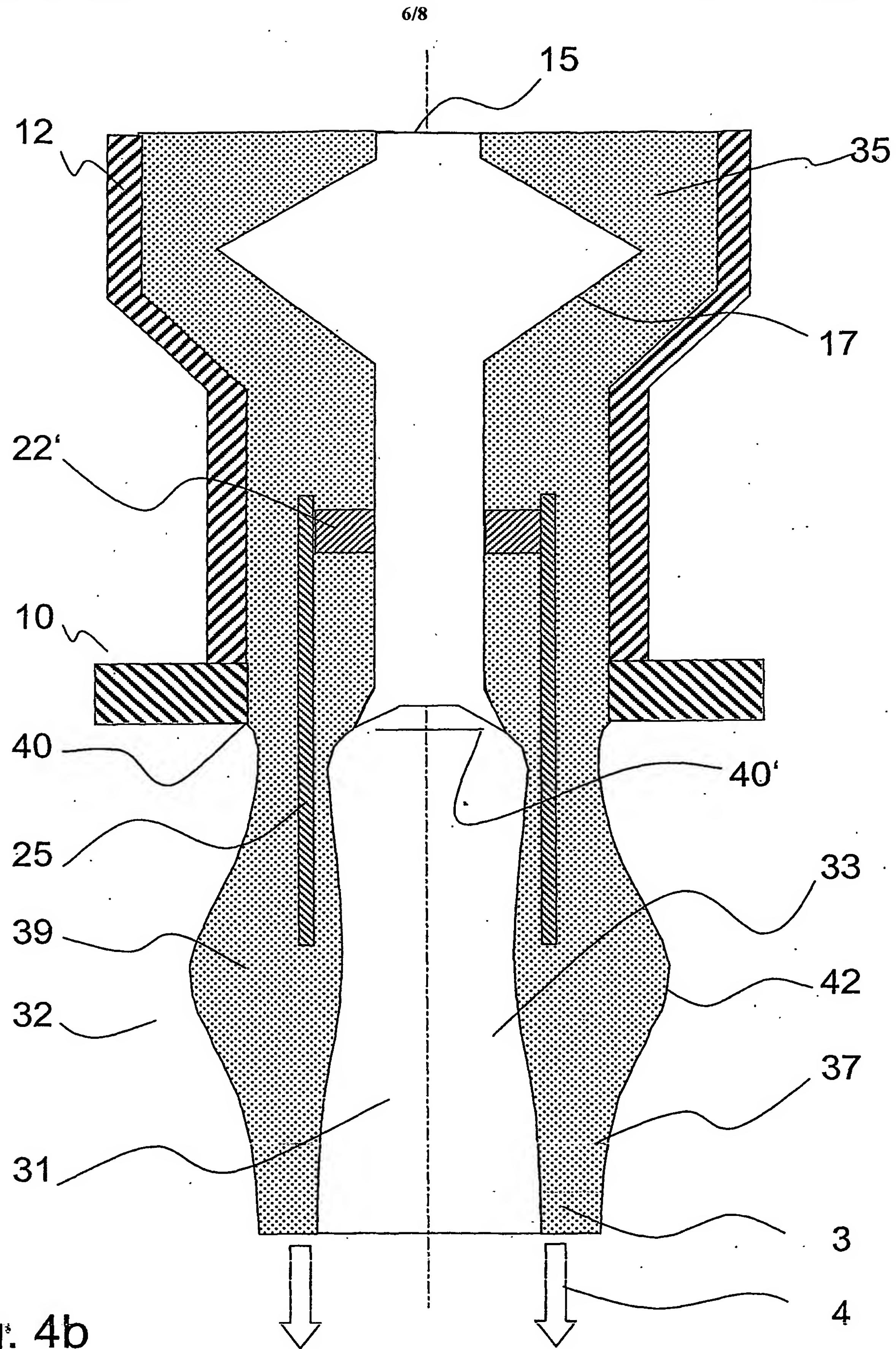


Fig. 4b

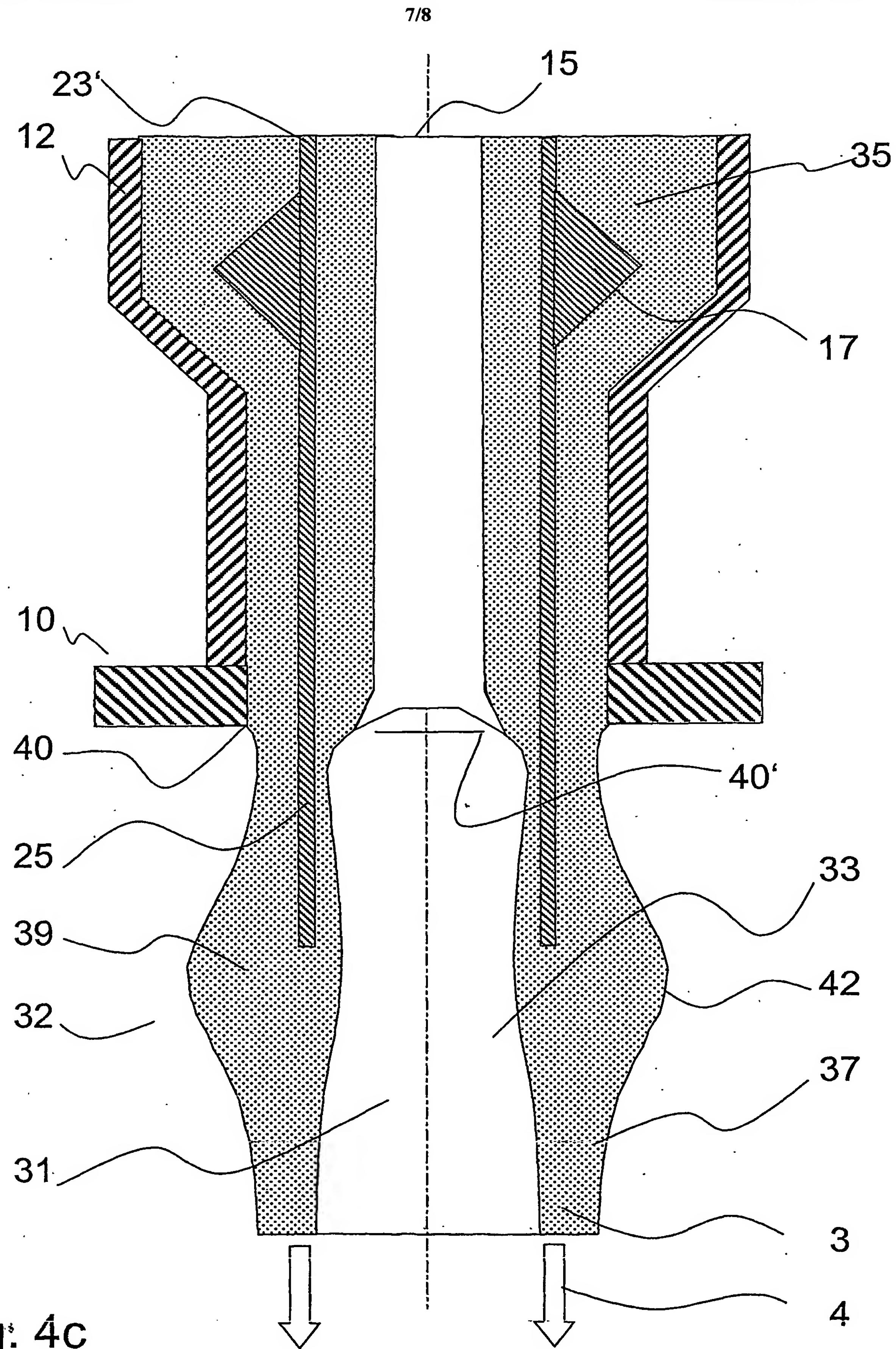


Fig. 4c

Schnitt X-X:

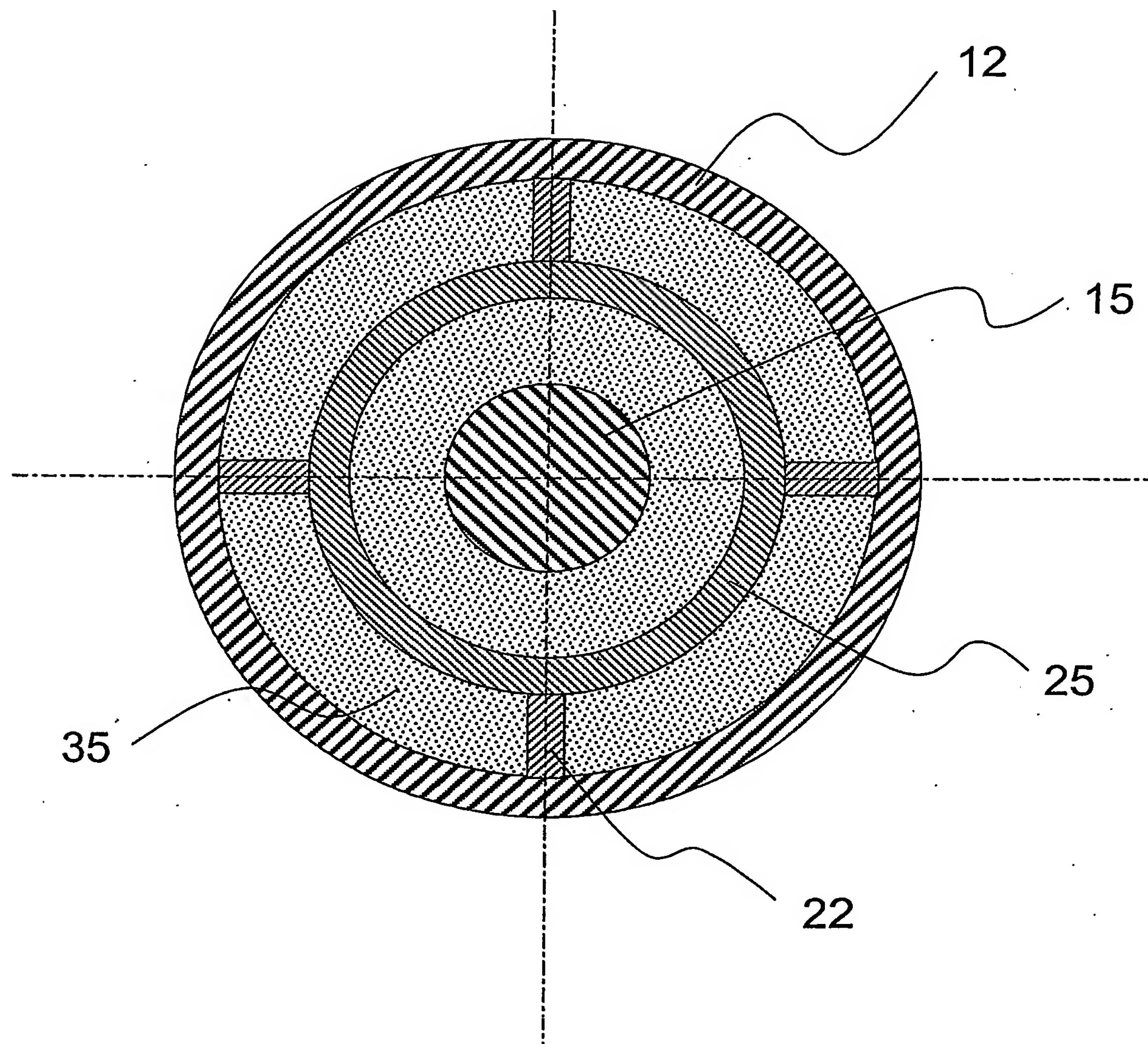


Fig. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/010969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C03B17/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category <sup>a</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 11 00 887 B (QUARTZ & SILICE SA) 2 March 1961 (1961-03-02) column 7, lines 15,16; claim 5; figures 8,12 column 8, lines 29,30 column 10, lines 5-25 column 11, lines 24-30 column 13, line 27 - column 14, line 62 -----	1-8, 10-40
X	DE 15 96 664 A (SYLVANIA ELECTRIC PROD) 18 March 1971 (1971-03-18) page 3, line 17 - page 4, line 13; claim 1; figures 1,3 page 7, lines 6-14 -----	1-8, 10-40
X	US 3 269 821 A (KARL VATTERODT) 30 August 1966 (1966-08-30) column 3, lines 7-21; figure 3 -----	1-40 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

<sup>a</sup> Special categories of cited documents :

- "A" - document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" - earlier document but published on or after the international filing date
- "L" - document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" - document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" - document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" - later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" - document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" - document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" - document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

2 December 2004

Date of mailing of the International search report

09/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Creux, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/ EP2004/010969
--

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/159468 A1 (DUGGAL ANIL RAJ ET AL) 28 August 2003 (2003-08-28) paragraphs '0006!, '0023!; figures 1,2 -----	1-8, 10-40, 43
X	DE 12 05 660 B (SIEMENS AG) 25 November 1965 (1965-11-25) claim 1; figure 1 -----	1-8, 10-40
X	US 2 765 586 A (WILSON RICHMOND W) 9 October 1956 (1956-10-09) column 1, lines 25-31; claims 2,4; figure 1 column 2, lines 33-43 -----	1-8, 10-40
X	DE 10 25 581 B (STOELZLE GLASINDUSTRIE AG) 6 March 1958 (1958-03-06) column 5, line 63 - column 6, line 17; figure 9 -----	1-8, 10-40
X	DE 526 561 C (GLASMASCHINEN G M B H; BORNKESSEL BRENNER) 8 June 1931 (1931-06-08) page 2, lines 9-17; claim 2; figure 1 -----	1-8, 10-40
X	US 3 212 871 A (KARL VATTERODT) 19 October 1965 (1965-10-19) column 3, lines 8-16; figure 1 -----	1-8, 10-40
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 548 (C-1005), 18 November 1992 (1992-11-18) & JP 04 209726 A (TOSHIBA CERAMICS CO LTD), 31 July 1992 (1992-07-31) abstract -----	1-8, 10-40
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 284 (C-0730), 20 June 1990 (1990-06-20) & JP 02 088441 A (TOSHIBA CERAMICS CO LTD), 28 March 1990 (1990-03-28) abstract -----	1-8, 10-40

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/010969

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 1100887	B	02-03-1961	BE CA CH FR FR FR FR GB NL NL US	553442 A 594468 A 329306 A 66138 E 67910 E 68814 E 1108060 A 772826 A 100133 C 198476 A 2852891 A		30-04-1958 16-05-1956 26-03-1958 10-06-1958 09-01-1956 17-04-1957 23-09-1958
DE 1596664	A	18-03-1971	DE GB US	1596664 A1 1161937 A 3508900 A		18-03-1971 20-08-1969 28-04-1970
US 3269821	A	30-08-1966	DE GB	1208046 B 1028054 A		30-12-1965 04-05-1966
US 2003159468	A1	28-08-2003		NONE		
DE 1205660	B	25-11-1965		NONE		
US 2765586	A	09-10-1956		NONE		
DE 1025581	B	06-03-1958		NONE		
DE 526561	C	08-06-1931		NONE		
US 3212871	A	19-10-1965	DE CH FR GB NL	1162974 B 419468 A 1308256 A 973870 A 272514 A		13-02-1964 31-08-1966 03-11-1962 28-10-1964
JP 04209726	A	31-07-1992	JP	3046836 B2		29-05-2000
JP 02088441	A	28-03-1990	JP	2811184 B2		15-10-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010969

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C03B17/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 C03B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 11 00 887 B (QUARTZ & SILICE SA) 2. März 1961 (1961-03-02) Spalte 7, Zeilen 15,16; Anspruch 5; Abbildungen 8,12 Spalte 8, Zeilen 29,30 Spalte 10, Zeilen 5-25 Spalte 11, Zeilen 24-30 Spalte 13, Zeile 27 - Spalte 14, Zeile 62 -----	1-8, 10-40
X	DE 15 96 664 A (SYLVANIA ELECTRIC PROD) 18. März 1971 (1971-03-18) Seite 3, Zeile 17 - Seite 4, Zeile 13; Anspruch 1; Abbildungen 1,3 Seite 7, Zeilen 6-14 -----	1-8, 10-40
X	US 3 269 821 A (KARL VATTERODT) 30. August 1966 (1966-08-30) Spalte 3, Zeilen 7-21; Abbildung 3 ----- -/-	1-40

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- <sup>a</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- 'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Aussstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- 'P' Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist

- 'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- 'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- 'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- '&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

2. Dezember 2004

09/12/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Creux, S

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010969

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/159468 A1 (DUGGAL ANIL RAJ ET AL) 28. August 2003 (2003-08-28) Absätze '0006!, '0023!; Abbildungen 1,2 -----	1-8, 10-40, 43
X	DE 12 05 660 B (SIEMENS AG) 25. November 1965 (1965-11-25) Anspruch 1; Abbildung 1 -----	1-8, 10-40
X	US 2 765 586 A (WILSON RICHMOND W) 9. Oktober 1956 (1956-10-09) Spalte 1, Zeilen 25-31; Ansprüche 2,4; Abbildung 1 Spalte 2, Zeilen 33-43 -----	1-8, 10-40
X	DE 10 25 581 B (STOELZLE GLASINDUSTRIE AG) 6. März 1958 (1958-03-06) Spalte 5, Zeile 63 - Spalte 6, Zeile 17; Abbildung 9 -----	1-8, 10-40
X	DE 526 561 C (GLASMASCHINEN G M B H; BORNKESSEL BRENNER) 8. Juni 1931 (1931-06-08) Seite 2, Zeilen 9-17; Anspruch 2; Abbildung 1 -----	1-8, 10-40
X	US 3 212 871 A (KARL VATTERODT) 19. Oktober 1965 (1965-10-19) Spalte 3, Zeilen 8-16; Abbildung 1 -----	1-8, 10-40
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 016, Nr. 548 (C-1005), 18. November 1992 (1992-11-18) & JP 04 209726 A (TOSHIBA CERAMICS CO LTD), 31. Juli 1992 (1992-07-31) Zusammenfassung -----	1-8, 10-40
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 014, Nr. 284 (C-0730), 20. Juni 1990 (1990-06-20) & JP 02 088441 A (TOSHIBA CERAMICS CO LTD), 28. März 1990 (1990-03-28) Zusammenfassung -----	1-8, 10-40

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010969

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 1100887	B	02-03-1961	BE CA CH FR FR FR FR GB NL NL US	553442 A 594468 A 329306 A 66138 E 67910 E 68814 E 1108060 A 772826 A 100133 C 198476 A 2852891 A		30-04-1958 16-05-1956 26-03-1958 10-06-1958 09-01-1956 17-04-1957 23-09-1958
DE 1596664	A	18-03-1971	DE GB US	1596664 A1 1161937 A 3508900 A		18-03-1971 20-08-1969 28-04-1970
US 3269821	A	30-08-1966	DE GB	1208046 B 1028054 A		30-12-1965 04-05-1966
US 2003159468	A1	28-08-2003		KEINE		
DE 1205660	B	25-11-1965		KEINE		
US 2765586	A	09-10-1956		KEINE		
DE 1025581	B	06-03-1958		KEINE		
DE 526561	C	08-06-1931		KEINE		
US 3212871	A	19-10-1965	DE CH FR GB NL	1162974 B 419468 A 1308256 A 973870 A 272514 A		13-02-1964 31-08-1966 03-11-1962 28-10-1964
JP 04209726	A	31-07-1992	JP	3046836 B2		29-05-2000
JP 02088441	A	28-03-1990	JP	2811184 B2		15-10-1998

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

REC'D 09 FEB 2006
WIPO PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 03SGL0050WOP	WEITERES VORGEHEN siehe Formblatt PCT/PEA/416	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/010969	Internationales Anmelde datum (Tag/Monat/Jahr) 01.10.2004	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 11.10.2003
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK C03B17/04		
Anmelder SCHOTT AG		

<p>1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p>3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt) insgesamt 9 Blätter; dabei handelt es sich um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.</li> </ul> <p>b. <input type="checkbox"/> (nur an das Internationale Büro gesandt) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enthalten, nur in computerlesbarer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).</p> <p>4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. I Grundlage des Bescheids</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. II Priorität</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</li> </ul>
--

Datum der Einreichung des Antrags 25.06.2005	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 09.02.2006
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter Creux, S Tel. +31 70 340-3027



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/010969

## Feld Nr. I Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bericht auf der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
  - Der Bericht beruht auf einer Übersetzung aus der Originalsprache in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
    - internationale Recherche (nach Regeln 12.3 und 23.1 b))
    - Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4)
    - Internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 und/oder 55.3)
2. Hinsichtlich der **Bestandteile\*** der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt*):

### Beschreibung, Seiten

1-37 in der ursprünglich eingereichten Fassung

### Ansprüche, Nr.

1-40 eingegangen am 17.01.2006 mit Schreiben vom 11.01.2006

### Zeichnungen, Blätter

1/8-8/8 in der ursprünglich eingereichten Fassung

einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3.  Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:
  - Beschreibung: Seite
  - Ansprüche: Nr.
  - Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):
4.  Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigefügten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c).
  - Beschreibung: Seite
  - Ansprüche: Nr. 40
  - Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

\* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT  
ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/010969

---

**Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

---

1. Feststellung  
Neuheit (N) Ja: Ansprüche 1-39  
Nein: Ansprüche 40

Erfinderische Tätigkeit (IS) Ja: Ansprüche 1-39  
Nein: Ansprüche 40

Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) Ja: Ansprüche: 1-40  
Nein: Ansprüche: -

2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

**siehe Beiblatt**

---

**Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

---

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt I**

**Grundlage des Bescheides**

1. Die mit Schreiben vom 11.01.2006 eingereichten Änderungen bringen Sachverhalte ein, die im Widerspruch zu Artikel 34(2)(b) PCT über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung zum Anmeldezeitpunkt hinausgehen. Es handelt sich dabei um folgende Änderungen: im **Anspruch 40** wird eine Faser definiert, die im Wesentlichen insbesondere an der Oberfläche kristallisationsfrei ist und im Wesentlichen keine Unebenheiten an den freien Flächen aufweist.

Die technischen Merkmale der Unebenheiten und der Kristallisation werden in der ursprünglichen Fassung offenbart, jedoch in bezug auf das Rohr oder den Stab (Beschreibung auf Seite 29, Zeilen 9-16). Die Möglichkeit, eine Faser aus diesem Rohr herzustellen, wird auch in der ursprünglichen Fassung offenbart. Die technischen Merkmale der Faser selbst werden nicht offenbart. Es ist dem Fachmann bekannt, dass die Eigenschaften des Rohrhalbzeugs während des Ziehverfahrens zur Faser geändert werden. Eine kristallisationsfreie und ebene Oberfläche der Faser kann also nicht als implizit, in der ursprünglichen Fassung offenbartes Merkmal angesehen werden.

Der mit Schreiben vom 01.07.2005 mit der fehlerhaften Nummer 42 eingereichte Anspruch 40 dient also als Grundlage für die Prüfung (siehe Punkt V unten).

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

2. Der Gegenstand des **Produktanspruchs 40** (siehe Punkt I oben) ist nicht neu (Artikel 33(1), (2) PCT), weil der Anspruch kein technisches Merkmal aufweist, mit dem die Faser sich von den herkömmlichen Fasern unterscheiden könnte. Ein neues Verfahren verleiht dem hergestellten Produkt keine Neuheit (siehe die PCT Richtlinien 5.26 und A5.26[1]).
3. Wenn die **Ansprüche 1-39** klar wären (siehe Punkt VIII unten), würden sie die Erfordernisse des Artikels 33(1) PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit (Artikel 33(2), (3) PCT) erfüllen.

3.1. D3 (Abbildung 3), das als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ziehen von hohlen Strängen mit einer Düse. Die Düse umfasst einen Aussenmantel, eine Nadel (3) und einen als offenen Hohlkörper ausgebildeten Verdrängungskörper (11), der zwischen dem Aussenmantel und der Nadel angeordnet ist.

3.2. Der Gegenstand des **Anspruchs 1 bzw. 23** unterscheidet von den bekannten Vorrichtung bzw. Verfahren dadurch, dass der gegenüber der umgebenden Schmelze offene Hohlkörper aus der Düse herausragt.  
Dadurch werden kristallisationsfreie hohle Stränge hergestellt, auch wenn die Schmelze eine hohe Neigung zur Kristallisation hat.  
Aufgabe der Erfindung ist also, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, die die Herstellung von kristallisationsfreien hohlen Strängen erlaubt, auch wenn die Schmelze eine hohe Neigung zur Kristallisation hat.

3.3. Obwohl das Problem der ungewünschten Kristallisation dem Fachmann gut bekannt ist, betrifft D3 nicht dieses Problem. Der Fachmann hat keine Anregung, die Anordnung des hohlen Verdrängungskörpers weiterzuentwickeln.

3.4. Ausgehend von D2, das auch als höchst relevantes Dokument betrachtet wird, gilt diese Argumentation entsprechend.

**Zu Punkt VIII**

**Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

4. Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Artikels 6 PCT. Die Gründe dafür sind die folgenden :

4.1. Ziel der Erfindung ist (siehe die Beschreibung auf Seite 12, Zeilen 4-12), die Kristallisation der Glasschmelze während des Abziehens des Strangs zu vermeiden. Da die zu lösende Aufgabe in Zusammenhang mit der Neigung zur Kristallisation des Glasmaterials definiert wird, sollten die Ansprüche nicht auf eine aushärtbare Flüssigkeit sondern auf Glas beschränkt werden.

4.2. Der **Anspruch 39** ist nicht klar. Der Ausdruck "unter Verwendung eines Rohrs (...), wobei das Rohr durch gezielte Volumenkristallisation in eine Glaskeramik umgewandelt wird" lässt den Leser über die Bedeutung des betreffenden technischen Merkmals im Ungewissen. Wie aus der Beschreibung auf Seite 29, Zeilen 2-7 klar ist, wird das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte amorphe Rohr anschliessend in eine Glaskeramik umgewandelt.

EPO - DG 1

17. 01. 2006

Patentansprüche:

(76)

1. Vorrichtung zum Herstellen von hohlen Strängen (3) durch Abziehen von zumindest einer aushärtbaren Flüssigkeit (35), insbesondere einer Schmelze, aus einer einen Außenmantel (12) und eine Nadel (15) umfassenden Düse in einer Abziehrichtung (4), mit zumindest einem Verdrängungskörper (25), dadurch gekennzeichnet, dass.  
5 der Verdrängungskörper (25) derart in der Düse angeordnet ist, dass er in Abziehrichtung (4) aus der Düse herausragt, und einen gegenüber der umgebenden aushärtbaren Flüssigkeit offenen Hohlkörper umfasst, welcher zwischen dem Außenmantel (12) und der Nadel (15) in der Düse angeordnet ist, wobei der Hohlkörper aus der Düse herausragt.
- 10 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (25) in axialer Richtung um zumindest die Hälfte der kürzesten Abmessung seines Querschnitts aus der Düse herausragt.
- 15 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die außerhalb der Düse angeordnete Begrenzung des Verdrängungskörpers (25) in einer Spitze oder Kante endet.
- 20 4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse einen Außenmantel (12') umfasst, dessen mit dem Strang (3) in Kontakt stehende Begrenzung derart ausgebildet ist, dass die

Ablösung des Stranges von der Düse in axialer Richtung im wesentlichen an einer definierten Abrißkante erfolgt.

5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Strang (3) in Kontakt stehende Begrenzung des Außenmantels (12) der

Düse (10) ein Material aufweist, das von der aushärtbaren Flüssigkeit schlecht, bevorzugt nicht benetzt wird.

10 6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch Verbindungselemente (22) zum Verbinden des Verdrängungskörpers (25) mit der Düse.

15 7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (25) in horizontaler und/oder vertikaler Richtung bezüglich der Düse verschiebbar über eine Halterung (23, 23') gehalten wird.

20 8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse einen zylindrischen Außenmantel (12) aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (25) und/oder die Nadel (15) zylindrisch ist.

25 10. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (25) koaxial zu der Düse angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abmessungen des Verdrängungskörpers und der Düse in einer Ebene senkrecht zu ihren Längsachsen derart aufeinander

abgestimmt sind, dass der Strömungswiderstand des Spalts zwischen Düse (10) und/oder Nadel (15) und Verdrängungskörper bei der gegebenen Viskosität der aushärtbaren Flüssigkeit einen vorbestimmbaren Durchsatz erlaubt.

5

12. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (25) derart ausgebildet ist, dass seine Abmessungen in einer Ebene senkrecht zu seiner Längsachsen nicht konstant sind.

10

13. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Temperieren des Außenmantels (12) und/oder des Verdrängungskörpers (25).

15 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass als Einrichtung zum Temperieren eine Muffel unterhalb der Düse angeordnet werden kann.

20

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass als Einrichtung zum Temperieren eine Einrichtung zum direkten elektrischen Beheizen und/oder zum insbesondere kontaktlosen induktiven Beheizen eingesetzt wird.

25 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Temperieren zumindest ein Temperierelement umfasst, dessen Position variabel einstellbar ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Temperieren zumindest zwei voneinander unabhängige Temperierelemente umfasst.

30

5

10

15

20

25

30

18. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln der Temperatur des Außenmantels (12) und/oder des Verdrängungskörpers (25).
19. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Aufbringen einer Flüssigkeit, insbesondere durch Besprühen, auf den Strang (3), insbesondere auf die Ziehzwiebel (42).
20. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (25) zumindest ein hochschmelzendes Metall und/oder zumindest ein Edelmetall, insbesondere Platin, und/oder zumindest ein Refraktärmetall und/oder zumindest eine Legierung derselben und/oder Keramik umfasst.
21. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen einem Innenraum (31) und einem Außenraum (32) des hohlen Stranges (3).
22. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Einstellen und/oder Steuern und/oder Regeln des Druckes im Innenraum (31) und/oder des Außenraums (32) des hohlen Stranges (3).
23. Verfahren zur Fertigung von hohlen Strängen (3), welches die Schritte des Bereitstellens einer aushärtbaren Flüssigkeit (35), insbesondere einer Schmelze, und des Herstellens eines hohlen Stranges (3) durch Abziehen aus einer Düse in einer Abziehrichtung (4) umfasst, wobei in der Düse ein Verdrängungskörper (25) derart

angeordnet wird, dass er in Abziehrichtung (4) aus der Düse herausragt, und der Verdrängungskörper einen gegenüber der umgebenden aushärtbaren Flüssigkeit offenen Hohlkörper umfaßt, welcher zwischen dem Außenmantel (12) und einer Nadel (15) in der Düse angeordnet wird, wobei der Hohlkörper aus der Düse herausragt.

## 5 24. Verfahren nach Anspruch 23,

dadurch gekennzeichnet, dass

10 die Abmessungen des Verdrängungskörpers (25) und der Düse (10) in einer Ebene senkrecht zu ihren Längsachsen derart aufeinander abgestimmt werden, dass der Strömungswiderstand des Spalts zwischen Düse (10) und/oder Nadel (15) und Verdrängungskörper (25) bei der 15 gegebenen Viskosität der aushärtbaren Flüssigkeit (35) einen vorbestimmbaren Durchsatz erlaubt.

## 20 25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24,

dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Verdrängungskörpers (25) in horizontaler und/oder vertikaler Richtung einstellbar ist.

## 25 26. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25,

dadurch gekennzeichnet, dass durch das Positionieren des Verdrängungskörpers (25) die Länge des aus der Düse herausragenden Teils des Verdrängungskörpers (25) so eingestellt wird, dass die aushärtbare Flüssigkeit (35) am aus der Düse herausragenden Ende des Verdrängungskörpers (25), eine Viskosität aufweist, die ausreichend hoch ist, sodass der gesamte Strang (3) während des Abziehens unter Zugspannung steht.

30 27. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 26,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des

Außenmantels (12) und/oder des Verdrängungskörpers (25) eingestellt und/oder gesteuert und/oder geregelt wird..

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturumgebung des Stranges (3) so eingestellt wird, dass die aushärtbare Flüssigkeit am unteren Ende des Verdrängungskörpers (25), eine, insbesondere über den Querschnitt gemittelte, Viskosität aufweist, die ausreichend hoch ist, sodass der gesamte Strang (3) während des

10 Abziehens unter Zugspannung steht.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Position zumindest eines Temperier-Elements eingestellt und/oder gesteuert und/oder geregelt wird.

15 30. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Strang (3), insbesondere im Bereich der Ziehzwiebel, eine Flüssigkeit, insbesondere durch Besprühen, aufgebracht wird.

20 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die aushärtbare Flüssigkeit (35) zu einem Stab ausgehärtet wird.

25 32. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass die aushärtbare Flüssigkeit (35) zu einem Rohr ausgehärtet wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckdifferenz zwischen einem Innenraum (31) und einem Außenraum (32) des Stranges (3) erzeugt wird.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im Innenraum (31) und/oder des Außenraum (32) des Stranges (3) eingestellt und/oder gesteuert und/oder geregelt wird.
- 5 35. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass als aushärtbare Flüssigkeit (35) eine Glasschmelze eingesetzt wird.
36. Verwendung einer Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 bis 22 und/oder eines Verfahrens gemäß den Ansprüchen 23 bis 35 zur Herstellung eines Rohres oder Stabs aus 10 einem im wesentlichen amorphen Festkörper.
37. Verwendung gemäß Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörper ein Glas umfasst.
- 15 38. Verwendung nach Anspruch 36 oder 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche (33) auf der Innenseite des Rohres (3) und/oder die Oberfläche (37) auf der Außenseite des Rohres (3) im wesentlichen glatt ist.
- 20 39. Verwendung einer Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 1 bis 22 und/oder eines Verfahrens gemäß den Ansprüchen 23 bis 35 zur Herstellung eines Glaskeramik-Rohrs, wobei die Glaskeramik insbesondere Zerodur umfaßt, unter Verwendung eines Rohres nach einem der Ansprüche 36 bis 25 38, wobei das Rohr durch gezielte Volumenkristallisation in eine Glaskeramik umgewandelt wird.
40. Faser, insbesondere optische Faser, hergestellt aus einem Rohr, welches unter Verwendung einer Vorrichtung und/oder eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 36 bis 30 38 gefertigt ist, wobei die Faser im Wesentlichen

insbesondere an der Oberfläche kristallisationsfrei ist und im Wesentlichen keine Unebenheiten an den freien Flächen aufweist.